



TEKNIikka JA LIIKENNE

Tietotekniikka

Tietoverkot

INSINÖÖRITYÖ

HD-VIDEONEUVOTTELUJÄRJESTELMÄT

Työn tekijä: Leo Virtanen
Työn ohjaaja: Marko Uusitalo

Työ hyväksytty: ____ . ____ . 2011

Marko Uusitalo
lehtori



ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö tehtiin Metropolia Ammattikorkeakoululle.

Kiitän työn ohjaajaa Marko Uusitaloa ohjauksesta ja avusta. Tätä opinnäytetyötä oli mielenkiintoista tehdä Metropolialle.

Lisäksi kiitän Cisco Systems ja Hewlett-Packard-yritysten asiakaspalvelijoita palvelun tasosta ja kannustuksesta.

Helsingissä 16.5.2011

Leo Virtanen

TIIVISTELMÄ

Työn tekijä: Leo Virtanen	
Työn nimi: HD-Videoneuvottelujärjestelmät	
Päivämäärä: 16.5.2011	Sivumäärä: 44
Koulutusohjelma: Tietotekniikka	Suuntautumisvaihtoehto: Tietoverkot
Työn ohjaaja: Lehtori Marko Uusitalo	
Työn ohjaaja: Lehtori Marko Uusitalo	
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää erilaisten HD-videoneuvottelujärjestelmien eroja ja ominaisuuksia. Tämän opinnäytetyön lopussa on pohdittu, millaisille kohderyhmille ja millaiseen tarpeeseen kukin ryhmäkategoria on tarkoitettu. Käydään läpi tilan kannalta videoneuvottelua. Mitä värejä tulisi käyttää ja miten huone tai tila tulisi järjestellä hyvän videoneuvottelun saamiseksi?</p> <p>Tämän työn perusteella videoneuvottelujärjestelmät voidaan jakaa karkeasti kolmeen eri ryhmään, joita ovat: sali-, huone- ja työasemavideoneuvottelujärjestelmiin.</p> <p>Videoneuvottelujärjestelmät voivat olla erittäin kalliita hankkia, mutta säästöä tulee matkakustannuksissa ja työ sekä yhteistyö tehostuu, kun enää ei tarvitse matkustaa erikseen kokoukseen.</p> <p>Tuloksena tässä tutkimuksessa selvisi, että järjestelmiä pystyy muokkaamaan tilan ja tarpeen mukaan. Muutokset kuitenkin lisäävät usein hankintakustannuksia, kun halutaan enemmän ominaisuuksia. Jos yrityksestä löytyy valmis tila pöydällä varustettuna, voidaan päästä huomattavasti halvemmalla kuin että joudutaisiin remontoimaan isompi huone valaistuksineen ja sähkötoineen videoneuvottelua varten.</p> <p>Lähes kaikki tutkimuksen laitteista käyttävät samoja standardeja sekä protokollia ja ovat näin teknisiltä ominaisuuksiltaan varsin samankaltaisia ja yhteensopivia.</p> <p>Tulevaisuudessa videoneuvottelulaitteistot tulevat pienentymään ja kulkemaan mukana esimerkiksi tabletin tai minikannettavan muodossa. Jopa 3D-videoneuvotteluja tulee vielä.</p> <p>Markkinoilta löytyy hintojen puolesta monia eri ratkaisuja. Isot yli kymmenen henkilön videoneuvottelulaitteistot ovat useiden satojen tuhansien dollarien hintaisia, kun pienimmät työasemakokoiset ratkaisut maksavat vain joitakin tuhansia.</p>	
Avainsanat: HD, High Definition, Videoneuvottelu.	

ABSTRACT

Name: Leo Virtanen	
Title: HD-Video Conferencing Systems	
Date: 16.5.2011	Number of pages: 44
Department: Information Technology	Study Programme: Data Networks
Instructor: Marko Uusitalo, Senior Lecturer	
Supervisor: Marko Uusitalo, Senior Lecturer	
<p>The aim of the thesis was to examine the various HD video conferencing systems, the differences and characteristics. At the end of the thesis there are considerations as to what kind of target groups there are and for what kind of need each group category is intended. Also the requirements of the physical space for a videoconference are considered; the colours and the arrangement of the room.</p> <p>The video conferencing systems can be roughly divided into three categories, hall, room and desktop video conferencing systems. Large video conferencing systems can be very expensive to acquire, but with the time the savings come from travel costs, work, and enhanced cooperation as it is no longer necessary to travel to individual meetings.</p> <p>The results of the study indicate that the system can be customised according to the room and the needs. However, changes and extra features often increase the cost of acquiring. The facilities of the company, room available, the lighting and the electrical systems obviously affect the price. Almost all videoconferencing systems use the same standards and protocols and are thus very similarly compatible by their technical features.</p> <p>Videoconferencing systems will be smaller in the future and can be easily carried along when travelling, for example in a tablet or small-notebook format. Also 3D video conferencing will soon be a reality.</p>	
Keywords: HD, High Definition, Videoconference.	

LYHENTEITÄ JA MÄÄRITELMIÄ

AAC-LC	Advanced Audio Coding Low-Complexity on äänen pakkausformaatti.
AAC-LD	AAC-LD tulee sanoista Advanced Audio Coding Low Delay, joka oli julkistettu MPEG-4 Audio Version 2:n yhteydessä ja jonka ISO/IEC tuntee standardina 14496-3:1999/Amd 1:2000.
AES	Advanced Encryption Standard on lohkosalausjärjestelmä, jota käytetään tietotekniikassa.
CDR	Call Detail Records on tietokoneen luoma tallenne puhelinyhteydestä.
CTMS	Cisco TelePresence Multipoint Switch on monipistevideoneuvottelu laite. Käytetään usean yhteyden luomiseen videoneuvottelussa.
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol on verkkoprotokolla, jonka yleisin tehtävä on jakaa IP-osoitteita uusille lähiverkkoon kytkeytyville laitteille.
DSCP	Differentiated Services Code Pointia käytetään palvelun laatuun videoneuvottelussa.
G.711	Kyseessä on äänen pakkaukseen käytetty ITU:n määrittämä standardi.
G.722	Kyseessä on äänen pakkaukseen käytetty ITU:n määrittämä standardi.
H.235	Luo turvan ja salauksen H.323 yhteydelle ja muihin H.245-pohjaisiin terminaaleihin.
H.239	H.239 on ITU-T:n eli International Telecommunication Union suositusstandardiksi pohjautuen H.32x-multimedian yhteyteen.
H.264	Kyseessä on vuonna 2003 valmistunut videonpakkausstandardi. Tämä on tehty ITU:n, ISO:n ja IEC:n yhteistyönä. H.264 on ITU:n nimi standardille, kun taas ISO/IEC tuntee tämän nimellä 14496-10/MPEG-4 AVC (Advanced Video Coding).
H.320	ITU-T:n suositus tavaksi ajaa multimediaa ISDN-pohjaisissa verkoissa.
H.323	H.323-Signaalintiprotokolla on ITU-T:n kattostandardi, joka määrittelee videoneuvotteluyhteyksien protokollan pakettiverkkokäyttöön joko lähiverkossa tai internetiin.
HD	<i>High Definiton</i> kyseessä on merkintätermi, jolla määritellään teräväpiirto. Tämä mahdollistaa jopa 1920x1080 pikselin resoluution.

HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure on yhdistelmä tavallisesta http-protokollasta, jota käytetään yhdessä SSL/TLS-protokollan kanssa turvaamaan tietoliikenne ja tunnistautuminen webbi serverille.
IP	Internet Protocol Address on numerosarja, joka yksilöi jokaisen internetiin kytketyn tietokoneen.
ISDN	Integrated Services Digital Network on piirikytkentäinen puhelinverkkojärjestelmä. Se on suunniteltu digitaaliseen puheen ja datan siirtoon tavallisissa puhelinlinjoissa.
MCU	Multipoint Control Unit käytetään siltaamaan videoneuvottelulaitteiden yhteydet.
RTP	Real-time Transport Protocol määrittelee standardoidun pakettiformaatin välittämään ääntä ja videokuvaa IP-verkkojen yli.
SCCP	Skinny Client Control Protocol on oman verkon päätelaitteiden hallintaprotokolla.
SIP	Session Initial Protocol on IETF määritelty signaointi protokolla jota käytetään yleisesti multimediayhteyksien valvomiseen kuten ääni- ja videopuheluita internet protokollan (IP) yli.
SNMP	Simple Network Management Protocol on TCP/IP-verkkojen hallinnassa käytetty tietoliikenneprotokolla.
Speex	Speex on patenttivapaa äänenpakkausformaatti.
SSH	Secure Shell on protokolla, jonka avulla tietoja voidaan vaihtaa käyttäen turvattua kanavaa kahden verkkoon kytketyn laitteen välillä.
TOS/IP	Type Of Service IP on kenttä Ipv4-otsakkeessa. Nykyään käytetään myös DSCP:n kanssa.
TSL	Transport Layer Security ja sen edeltäjä SSL eli Secure Sockets Layer ovat salausprotokollia, jotka tarjoavat yhteydenpidon turvan internetin yli.
VNC	Virtual Network Computing on protokolla tietokoneen graafisen käyttöliittymän etäkäyttöön.

SISÄLLYS

ALKULAUSE

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

LYHENTEITÄ JA MÄÄRITELMIÄ

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	VIDEONEUVOTTELUN HISTORIA	1
3	TCP/IP-VIDEONEUVOTTELUJÄRJESTELMÄT	2
4	RYHMÄVIDEONEUVOTTELUJÄRJESTELMÄT	3
4.1	Standardit	4
4.1.1	<i>Video</i>	4
4.1.2	<i>Ääni</i>	5
4.2	Protokollat	6
4.2.1	<i>HTTPs, SSL ja TLS</i>	6
4.2.2	<i>SSH</i>	6
4.2.3	<i>AES128</i>	7
4.2.4	<i>SIP</i>	7
4.2.5	<i>RTP</i>	7
4.2.6	<i>IP ja DHCP</i>	8
4.3	Tilat	8
4.4	HD-videosalineuvottelujärjestelmät	11
4.4.1	<i>Cisco TelePresence 3210</i>	11
4.4.2	<i>HP Visual Collaboration Studio</i>	13
4.4.3	<i>Polycom Immersive Telepresence RPX</i>	14
4.4.4	<i>Vertailu</i>	14
4.5	HD-huonevideoneuvottelujärjestelmät	15
4.5.1	<i>Cisco TelePresence 1300</i>	15
4.5.2	<i>HP Visual Collaboration Room</i>	17
4.5.3	<i>Polycom HDX 9000</i>	19
4.5.4	<i>Vertailu</i>	19
4.6	HD-työasemavideoneuvottelujärjestelmät	20
4.6.1	<i>Cisco TelePresence system 500</i>	21
4.6.2	<i>HP Visual Collaboration Executive Desktop</i>	22
4.6.3	<i>Vertailu</i>	23
4.7	Monipisteneuvottelu	24
4.7.1	<i>Cisco TelePresence Multipoint Switch</i>	25
4.7.2	<i>Cisco TelePresence MCU 4200-sarja</i>	29
4.7.3	<i>Cisco TelePresence MCU 4500-sarja</i>	31
4.7.4	<i>Cisco TelePresence MSE 8000 -sarja</i>	34

4.8	Kaistavaatimukset ja QOS	38
4.9	Tietoturva ja palomuurit	38
4.10	Markkinaosuudet ja hinta	40
4.11	Yhteensopivuus	41
5	TULOKSET	42
	VIITELUETTELO	44
	LIITTEET	
	Liite 1: Cisco TelePresence 3210 - tekniset tiedot	
	Liite 2: Cisco TelePresence 1300 - tekniset tiedot	
	Liite 3: HP Visual Collaboration Room - tekniset tiedot	
	Liite 4: Cisco TelePresence System 500 - tekniset tiedot	
	Liite 5: HP Visual Collaboration Executive Desktop - tekniset tiedot	
	Liite 6: Polycom Immersive Telepresence RPX - tekniset tiedot	
	Liite 7: Polycom HDX 9000 - tekniset tiedot	

1 JOHDANTO

Tämä insinöörityö tehdään Metropolia Ammattikorkeakoululle. Tavoitteena on selvittää ja tutkia HD-Videoneuvottelujärjestelmistä asioita, mitä eri vaihtoehtoja on olemassa, jos halutaan ostaa valmis kaupallinen järjestelmä. Tässä yhteydessä myös tutkitaan hieman eri järjestelmien ominaisuuksia ja käytettyjä standardeja toteutuksessa.

Tämä insinöörityö aloitetaan tutkimalla suurien yritysten valmiita kaupallisia järjestelmiä. Nämä järjestelmät voidaan jakaa karkeasti kolmeen alakategoriaan. Niitä ovat sali-, huone- ja työasejärjestelmät. Vaatimuksena on HD-tasoinen kuvanlaatu videoneuvottelussa. Tutkitaan, mitä se vaatii itse järjestelmältä, laitteistolta sekä tietoliikenneyhteydeltä.

Lisäksi tutkitaan, miten yhteensopivia tämän osion tuotteet ovat ja mitä vaatimuksia ne asettavat tietoliikenneyhteydelle.

Videoneuvottelujärjestelmiä käytetään kun etäisyydet ovat isoja ja neuvotella pitäisi tai isoja kokouksia järjestetään, niin videoneuvottelu on hyvä vaihtoehto matkustelulle tai pelkästään puhelinyhteydelle. Monet yritykset ovat kansainvälisiä ja heillä on toimintaa useassa eri maassa ja eri mantereella. Tällaisissa tapauksissa voidaan helpottaa ja tehostaa yrityksen työskentelyä ja hieman helpottaa johtajien oloa, kun voidaan olla mutkattomasti yhteydessä toiselle paikkakunnalle. Yritykset eivät ole ainoita, jotka käyttävät videoneuvottelua. Myös kotona ja kouluissa on nykyään mahdollisuus videoneuvottelun avulla järjestää vuorovaikutteista yhteydenpitoa.

2 VIDEONEUVOTTELUN HISTORIA

Ensimmäinen yksinkertainen analoginen videoneuvottelu pystyttiin järjestämään jo 1930-luvulla television keksimisen jälkeen kahdella CCTV-järjestelmällä käyttäen joko koaksiaalikaapelia tai radioaaltoja. Kyseessä oli Saksan postin käyttöönottama julkinen videopuhelinjärjestelmä vuonna 1936. Siinä käytettiin kuvan näyttämiseen 8" näyttöä ja kyseinen järjestelmä jouduttiin sulkemaan 1940 toisen maailmansodan takia. Tällä palvelulla

saatiin yhdistettyä videopuhelut Berliinin, Nürnbergin, Münchenin ja Hampurin postien kanssa.

ISDN teknologiana tuli markkinoille 1980-luvulla. Basic Rate Interface ISDN tunnetaan myös 2B+D:nä sen kanavoinnin vuoksi. Se pitää sisällään kaksi B-kanavaa ja yhden D-kanavan signalointia varten. Yhdellä B-kanavalla saavutetaan 64kbit/s nopeus. Kanavat on myös mahdollista niputtaa yhteen, jolloin saavutetaan 128kbit/s nopeus tiedonsiirrossa. Kyseisiä B-kanavia voidaan käyttää puheluita, tietoliikennettä, telefaxia tai kuvapuhelinta varten. Useita perusliittymiä voidaan käyttää myös rinnakkain. Videoneuvotteluissa yleisesti käytetään yleisesti 2-3 kanavaparia eli 4-6 B-kanavaa, joilla saavutetaan 256-384kbit/s nopeus. Tällä saavutettiin kohtalaisen hyvän kuvanlaatu, jonka lisäksi videokuva ja ääni on helppo synkronoida.

Yrityskäyttöön on olemassa myös Primary Rate Interface. Tässä standardissa käytössä on 30 B-kanavaa ja yksi D-kanava. Kuten perusliittymässä niin tässäkin voidaan käyttää nimitystä 30B+D. Toisin kuin perusliittymässä PRI:ssä D-kanava on 64 kbit/s. Mikäli otetaan käyttöön kaikki 30+1 kanavaa, päästään jopa 1984 kbit/s nopeuteen.

Se, miksi ISDN ei yleistynyt enempää, saattaa olla hinta. Kun luodaan ISDN-yhteys tapahtuu, se periaatteessa luomalla puhelinyhteys. Mikäli meillä ei ole sopimusta kiinteähintaisesta yhteydestä maksetaan, siitä normaali paikallispuhelunhinta tai kaukopuhelunhinta. Eli kahdella kanavalla luodusta 128 kbit/s yhteydestä maksetaan hintaa kahden puhelinyhteyden verran. Lisäksi aikanaan ISDN-laitteet olivat pitkään kohtalaisen kalliita. Kun niiden hinta tuli alemmaksi, markkinoille tullut jo vaihtoehtoinenkin tapa siirtää kuvaa ja ääntä.

3 TCP/IP-VIDEONEUVOTTELUJÄRJESTELMÄT

1990-luvulla mahdolliseksi tulivat ip (internet protocol) -pohjaiset järjestelmät, kun kiinteät internetyhteydet yleistyivät. Lisäksi videokuvan pakkaus oli edistynyt tehokkaammaksi ja yhteyksien nopeudet olivat kasvaneet. Käyttäjän tarvitsee maksaa enää kiinteähintaisesta internetyhteydestä, jolla tietoa saa siirtää rajattoman määrän hinnan nousematta.

Yksi ensimmäisistä videoneuvotteluohjelmista oli CuseeMe, joka kehiteltiin aluksi Macintoshille vuonna 1992. Yleisesti tämä esiteltiin vuonna 1993. Siitä vuoden päästä julkaistiin sovellus myös Windowsille. CuseeMe oli aluksi ilmaisohjelma, jonka kaupalliset oikeudet osti vuonna 1998 White Pine Software. Myöhemmin vastaavat ominaisuudet on toteutettu esimerkiksi Netmeetingissä, MSN Messengerissä, Yahoo Messengerissä, Sightspeedissä, Skypessä sekä muissa halvoissa sovelluksissa. Kaikki näistä eivät kykene tarjoamaan HD-videoneuvottelua mutta skypeillä se on mahdollista.

Tekniikasta puhuttaessa tarvitaan videoneuvottelujärjestelmä, joka vaatii reaaliaikaista kuvan ja äänen pakkausta sekä purkua joko rautapohjaisesti tai ohjelmistolla. Hankittaessa videoneuvottelujärjestelmää tarvitaan videokuvaa sisään varten joko videokamera tai web-kamera ja videokuvan katseluun esimerkiksi tietokoneen monitori, televisio tai projektori, jolla voidaan heijastaa kuvaa kankaalle. Ääntä varten tarvitaan mikrofoni tai useampikin ja äänen kuulemista varten kaiuttimet. Lopuksi tarvitaan kiinteä internetyhteys tai LAN-yhteys riippuen käytöstä.

Periaattessa videoneuvottelujärjestelmät voidaan jakaa kahteen ryhmään, jotka ovat varta vasten videoneuvotteluun rakennetut järjestelmät sekä tietokonepohjaiset järjestelmät, jotka usein vaativat lisäosia. Näistä molempia kategorioita tullaan myöhemmin käsittelemään tarkemmin lähtökohtana HD-tasoisessa videoneuvottelussa.

4 RYHMÄVIDEONEUVOTTELURJESTELMÄT

Ryhmävideoneuvottelujärjestelmiä on markkinoilla moniin tarpeisiin. Tämä tutkielma on kaupallisten valmiiden ratkaisuiden osalta jaettu karkeasti kolmeen osaan. Tulemme käsittelemään työasemakohtaisista HD-videoneuvottelujärjestelmistä aina isoihin salijärjestelmiin ja niiden mukanaan tuomiin ratkaisuihin. Tässä tutkielmassa on keskitytty HP:n, Ciscon, Tandbergin, Polycomin, Lifesizen kaupallisiin HD-videoneuvottelujärjestelmiin.

Cisco TelePresence-järjestelmät tarjoavat 1080p HD-ympäristön videoneuvotteluille. Cisco TelePresence 3000 -sarjan videoneuvottelu-

järjestelmät ovat malliston isoimpia salikokoluokan järjestelmiä. Ne mahdollistavat 6-18 osallistujaa yhtäaikaiseen videoneuvotteluun. TelePresence 1300, 1100 ja 1000 ovat huonevideoneuvottelujärjestelmiä, jotka mahdollistavat pienten ryhmien neuvottelun keskenään. Cisco TelePresence 500 on työasemavideoneuvottelujärjestelmä, jolla yksi tai kaksi käyttäjää voivat käydä neuvottelua.

4.1 Standardit

Seuraavaksi perehdytään aikaisemmin tässä työssä jo mainittuihin standardeihin. Käydään läpi, mitä eri standardeja on käytössä ja selvennetään mistä ne tulevat ja mitä niillä tarkoitetaan. Käytettäviä pakkausmenetelmiä on useita ja niistä seuraavaksi.

4.1.1 Video

H.239 on ITU-T:n eli International Telecommunication Union suositus-standardi pohjautuen H.32x-multimediatyhteyteen. Vuonna 2003 ITU-T määritteli H.239:n standardiksi. Perinteinen videoneuvottelu koostuu äänestä, kuvasta ja data-grafiikasta. Näistä kuvaan ja tyypillisesti pc-grafiikkaan esittämisen määrittelee H.239. Signaali H.239:lle on järjestetty niin, että se yksinkertaistaa täytäntöönpanoa yhdyskäytävien H.323 ja H.320 välillä.

H.264 on vuonna 2003 valmistunut videonpakkausstandardi. H.264 on tehty yhteistyössä ITU:n, ISO:n ja IEC:n kanssa. H.264 on ITU:n nimi standardille, ISO sekä IEC tuntevat tämän nimellä 14496-10/MPEG-4 AVC. Tämä standardi on saatavilla vain ostamalla se standardointiorganisaatiolta, sen käyttö edellyttää lisenssimaksua. Tosin patenteja hallinnoiva MPEG LA on myöntänyt oikeudet käyttää H.264-pakattuja videoita internetissä ilman lisenssiä vuoden 2015 loppuun asti, mikäli videot ovat ilmaisia käyttäjälle. Yksi tunnetuimmista H.264-koodekin käytöstä on Sorensen-koodekki, joka on osa Applen QuickTime-tuoteperhettä.

H.264/SVC laajentaa H.264-videoalgoritmiä tuomalla siihen kulloiseen kaistanleveyteen saumattomasti mukautuvan hybridikoodauksen.

H.264/SVC mahdollistaa, että yhdestä streamista voidaan tehdä vähemmän kaistaa vaativia lähetyksiä esimerkiksi resoluutiota pienennetty tai kuvataajuus on pienempi.

H.323-Signaalointiprotokolla on ITU-T:n kattostandardi, joka määrittelee videoneuvotteluyhteyksien protokollan pakettiverkkokäyttöön joko lähiverkossa tai internettiin. H.323 on yleisstandardi lähes kaikille protokollille, jotka mahdollistavat audiovisuaalisen kommunikoinnin lähiverkoissa tai internetissä. H.323:n vaihtoehto on SIP-standardi.

4.1.2 Ääni

G.711 on äänen pakkaukseen käytetty ITU:n määrittämä standardi. Pakatun puheen tulisi olla ymmärrettävää, tunnistettavaa ja luonnollista. G.711 käyttää joko 64 kb/s tai 56 kb/s nopeutta. G.711-koodekit sopivat puhelinlaatuksen äänen eli taajuusalueen 300 – 3400 Hz välittämiseen dynamiikan tasolla, jonka teoreettinen maksimi on 36 dB.

G.722 on ITU-T:n hyväksymä vuonna 1988 koodekki, jota käytetään puheen pakkaamiseen. G.722 käyttää joko 48, 56 tai 64 kb/s nopeutta. G.722 toistaa ääntä 16 kHz taajuudella käyttäen 14 bittiä.

AAC-LD tulee sanoista Advanced Audio Coding Low Delay, joka oli julkistettu MPEG-4 Audio Version 2 yhteydessä ja jonka ISO/IEC tuntee standardina 14496-3:1999/Amd 1:2000. AAC-LD mahdollistaa kaksisuuntaisen yhteydenpidon käyttäen tavallista puhelinlinjaa tai ISDN-yhteyttä. AAC-LD pystyy toimimaan nopeudella 32 – 64 kb/s. Verrattuna muihin tunnettuihin koodekkeihin tällä pystytään pakkaamaan sekä musiikkia että puhetta hyvällä laadulla. Tämän avulla pystytään lähettämään stereo-ääntä ISDN yhden tai kahden kaistan yli.

Speex on patentoimaton äänen pakkausformaatti, joka on suunniteltu puheen pakkaamiseen sekä käytäväksi VoIP- ja podcast-sovelluksiin. Speex perustuu CELP-puheen pakkausalgoritmiin ja sitä voidaan käyttää yhdessä Ogg-säiliöformaatin kanssa välittää UDP/RTP:n yli dataa. Speex on häviöllinen formaatti, mikä tarkoittaa, että sen laatu on jatkuvasti huono tiedostokoon pienentämiseksi. Speexiä luotaessa tavoitteena oli optimoitu

puheenlaatu ja alhainen bittinopeus. Toiminta-alue on laaja 2 kb/s - 44 kb/s ja käyttää joko dynaamista bittinopeutta tai vaihtelevaa bittinopeutta.

4.2 Protokollat

Seuraavassa käymme läpi hieman, mitä protokollia tässä tutkitut videoneuvottelujärjestelmät käyttävät. Kuten aikaisemmin jo huomasimme, hyvin pitkälti tässä käsitellyt videoneuvottelujärjestelmät käyttävät samoja protokollia.

4.2.1 *HTTPs, SSL ja TLS*

HTTPs tulee sanoista Hypertext Transfer Protocol Secure. Se on yhdistelmä tavallisesta HTTP-protokollasta, jota käytetään yhdessä SSL- ja TLS-protokollan kanssa turvaamaan tietoliikenne ja tunnistautuminen web-serverille. HTTPs:n tarkoituksena on luoda turvattu kanava sellaisen verkon yli, joka ei muuten ole täysin turvallinen.

TSL eli Transport Layer Security ja sen edeltäjä SSL eli Secure Sockets Layer ovat salausprotokollia, jotka tarjoavat yhteydenpidon turvan internetin yli. TSL ja SSL salaavat verkkoyhteyden segmentit transport layerin yli käyttäen symmetristä salausta yksityisyyteen ja näppäiltyjen viestien turvan takaamiseen. Muutamat versiot tästä ovat levinneet laajalti käyttöön sovelluksiin kuten nettiselaus, sähköposti, internet fax, pikaviestit ja VoIP.

4.2.2 *SSH*

SSH tai Secure Shell on protokolla, jonka avulla tietoja voidaan vaihtaa käyttäen turvattua kanavaa kahden verkkoon kytketyn laitteen välillä. Kaksi suurinta versiota ovat SSH1 tai SSH-1 ja SSH2 tai SSH-2. SSH suunniteltiin korvaamaan telnet ja muut turvattomat tavat luoda yhteys joka lähetti salasanan usein selkokieლისenä. SSH:n tavoitteena on luoda ehyt ja turvallinen yhteys suojaamattomaan verkkoon kuten internetiin.

4.2.3 AES128

AES eli Advanced Encryption Standard on symmetrinen salausstandardi, joka hyväksyttiin Yhdysvaltain hallituksen toimesta. Se pohjautuu Vincent Rijmenin ja Joan Daemen luomukseen salauksesta. AES pitää sisällään kolme lohkosalausta, jotka ovat AES-128, AES-192 ja AES-256. AES on kiinteään lohkon koko 128 bittiä ja avaimen kokoja on kolme, jolloin esimerkiksi AES-128-avaimen koko on 128 bittiä ja AES-192-avaimen koko on 192 bittiä.

4.2.4 SIP

SIP eli Session Initiation Protocol on IETF määritelty signaalointiprotokolla, jota käytetään yleisesti multimediatyhteyksien valvomiseen kuten ääni- ja videopuheluita internet-protokollan (IP) yli. Protokollaa voidaan käyttää luomiseen, muuttamiseen ja katkaisemiseen kahden osapuolen istunnosta, joka koostuu yhdestä tai useammasta mediavirrasta. SIP on alun perin suunnitellut Henning Schulzrinne ja Mark Handley aloittaen vuonna 1996. SIP-protokolla on ohjelmatasen protokolla, jota voidaan ajaa riippumattomana TCP-, UDP- ja SCTP-tasojen yli.

4.2.5 RTP

RTP eli Real-time Transport Protocol määrittelee standardoidun pakettiformaatin välittämään ääntä ja videokuvaa IP-verkkojen yli. RTP on käytetty laajasti viestinnän ja viihteen järjestelmissä, joissa on suoratoistomediaa, kuten puhelin-, videoneuvottelu- ja web-push-to-talk-toimintoja. RTP:tä käytetään yhdessä RTCP:n kanssa. RTP toimittaa suoratoistomediaa kuten ääntä sekä kuvaa. RTCP käytetään siirron tietojen valvomiseen ja laadun takaamiseen (QoS) synkronoimaan suoratoistoja. Tämä on yksi tekninen perusta VoIP-järjestelmille ja signaalointi-protokolla, joka auttaa luomaan yhteyksiä verkossa.

4.2.6 IP ja DHCP

IP-osoite (Internetin Protokolla-osoite) on numerosarja, joka yksilöi jokaisen internetiin kytketyn tietokoneen. IP on alin yhtenäinen internetin protokolla ja kaikki internetin tietoliikenne kulkee IP-paketteina. IP-osoitteen perusteella IP-paketti löytää perille ja vastaukset tulevat takaisin. Tyypillisesti IP-osoitteita ei käytetä suoraan, vaan DNS-järjestelmä muuntaa selkokiehisen osoitteen kuten www.metropolia.fi IP-osoitteeksi.

DHCP on lyhenne sanoista Dynamic Host Configuration Protocol, tämä on verkkoprotokolla, jonka yleisin tehtävä on jakaa IP-osoitteita uusille verkkoon kytkeytyville laitteille. Tyypillisesti ylläpitäjä määrittelee IP-osoiteavaruuden, kun laite käynnistyy, pyytää se DHCP-palvelimelta oman IP-osoitteen. Annettu osoite on voimassa ennalta määrätyn ajan. DHCP-palvelin voi jakaa asiakkaille muita asetuksia, kuten oletusyhdykäytävän ja nimipalvelimen tai nimipalvelimien IP-osoitteen.

4.3 Tilat

Videoneuvottelutilan järjestyksellä ja laitteiden sijoittelulla on suuri merkitys onnistuneeseen videoneuvotteluun. Videoneuvottelutilan värien sekä taustan tulisi olla mattapintainen ja tasavärinen. Hyviä värisävyjä ovat esimerkiksi ruskea, vihreä ja siniharmaa. Tärkeää on, että ihmiset ja ihonväri erottuvat taustasta. Kirjavia sekä valoa heijastavia pintoja tulee välttää. Monesti ongelmallisia värejä ovat kirkas oranssi ja kirkas punainen. Kameran sijoittamisessa on otettava huomioon, että jos mahdollista, niin luonnonvalo jää kameran taakse, tai mikäli luonnonvalo häiritsee tulee, se peittää tarvittaessa verholla. Liika luonnonvalo aiheuttaa kuvaan värvirheitä kasvojen ihossa. Huomioitavaa valaistuksessa on, että tilan valon valolähteet eivät loista suoraan kameraan, vaan valo tulee edestä ja ylhäältä. Valaistuksen tulisi olla mahdollisuuksien mukaan säädettävissä kirkkaammaksi tai himmeämmäksi. Videoneuvotteluun osallistuvien tulisi huomioida mahdollisuuksien mukaan vaatteissaan värit ja kiilto.

Kameran sijoittelulla on iso merkitys kuvan välittämiseen. Videoneuvottelutilaa suunniteltaessa on otettava huomioon kameroiden tuleva sijoittelu ja mistä suunnasta tilaan tulee valoa. Hyvä tapa ja varsin yleinen tapa on sijoittaa kamera näytön yläpuolelle. Tällä tavoin vastaikkaiselle osapuolelle ei tule vaikutelmaa, että seuraisi

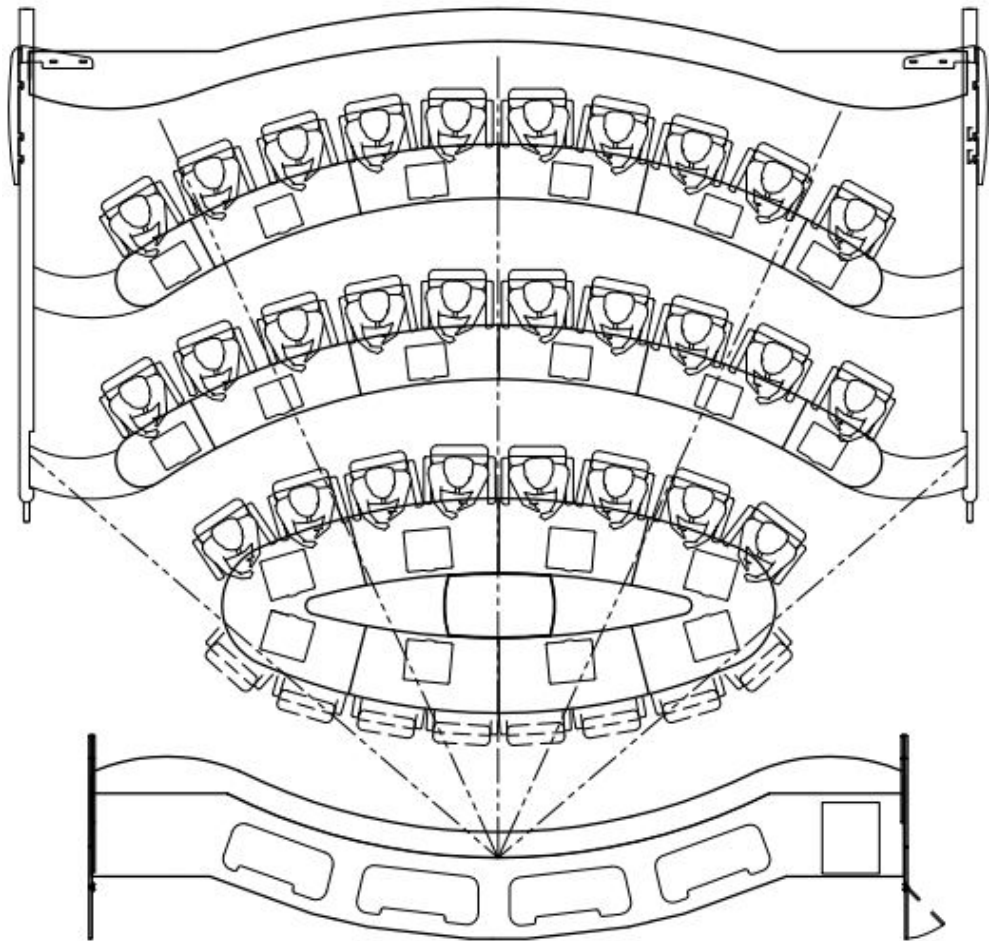
videoneuvottelua sivusta tai alaviistosta. Vuorovaikutuksen saamiseksi tulisi puhujan katsoa kameraa. Näin saadaan aikaiseksi luonnollinen katsekontaktin tuntu. Jotta katsekontakti olisi mahdollisimman luonnollisesti toteutettavissa, tulisi kameran sijaita lähellä näyttöä eli käytännössä näytön yläpuolella keskellä. Mikäli kameroita on useampia, voidaan niitä käyttää eri tarkoituksiin esimerkiksi yksi kamera kuvaa koko tilaa, yksi puhujaa ja kolmas kamera esitysmateriaalia tai aputaulua. Suuremmissa tiloissa tarvitaan jopa kolme kameraa, että kaikki osallistujat saadaan samaan videoneuvotteluun.

Pöytien sijoittelussa käytetään tavallisesti isommissa tiloissa puolipyöreää tapaa joko yhdessä, kahdessa tai kolmessa eri peräkkäisessä rivissä. Mikäli videoneuvottelupöytiä on vain yksi, sijoitetaan se suhteessa kameraan keskelle näyttöä. Mikrofonit tulisi sijoittaa kaikille osallistujille. Mikäli mikrofoneja on vähemmän kuin videoneuvotteluun osallistujia, tulee mikrofonit sijoittaa mahdollisimman tasapuolisesti osallistujien kesken. Mikrofonien sijoittelussa tulisi välttää meluisia äänilähteitä kuten esimerkiksi projektorin tai tietokonetta, jossa on huriseva tuuletin. Mikrofoneissa on myös laitevalmistajakohtaisia eroja, esimerkiksi Polycomin ratkaisussa mikrofonit voidaan sijoittaa videoneuvottelutilan kattoon tai keskelle pyörää pöytään siten, että yksi mikrofonit riittää jopa kuudelle osallistujalle. Suositeltavaa on, mikäli samassa tilassa on useita, niin käytetään 360 astetta ottavaa mikrofonia. Mikrofonien herkkyydessä tulisi huomioida myös mahdolliset matkapuhelinten aiheuttamat häiriöt. Luentomaisissa opetustilanteissa on suotavaa, että yksi puhuu, vastaanottava puoli sulkee luennon ajaksi mikrofonin. Kun luento vaatii interaktiivisuutta, tulee vasta sitten toisenkin osapuolen avata mikrofonin. Näin vältetään siltä, että esimerkiksi oppilaiden keskenäinen puhe ei häiritse luentoa pitävää osapuolta. Kahdenkeskisissä videoneuvotteluissa ei ole tarkoituksenmukaista sulkea mikrofonit.

Tilan akustiikan tulisi olla mahdollisimman rauhallinen, jottei esimerkiksi ulkoa tai käytävästä tuleva melu häiritse videoneuvottelua. Videoneuvottelutila ei saisi myöskään kaikua. Tätä voidaan ehkäistä erillisillä sisustuselementeillä.

Seuraavassa kuvassa on esimerkki Polycom RPX HD 428M -järjestelmän asettelusta. Kuvasta nähdään, miten pöydät, tuolit, näytöt ja kamerat on

asemoitu. Kyseinen järjestelmän mikrofonit on 360 astetta ääntä ottavia, ne asennetaan kattoon. Näin vältetään ylimääräisiltä johdoilta pöydillä sekä lattialla. Kyseisen huoneen sijoittelussa kaksi takimmaista istumariviä saadaan näkymään paremmin, kun ne on korotettu porrastetusti. Kameran on tässä järjestelmässä sijoitettu eteen keskelle suoraan näyttöjen yläpuolelle. Jokaisessa pöytärivissä on myös valmiiksi upotettuna näytöt tiedon esittämiseksi.



Kuva 1. Polycom RPX HD 428M -videoneuvottelujärjestelmän järjestys. [38, s. 46]

Cisco TelePresence 3210 -järjestelmässä osallistujia voi olla enintään 18 kpl yhdestä huoneesta. Seuraavasta kuvasta voidaan huomata, miten Cisco on toteuttanut tilan järjestyksen. Mikrofoneja on 9 kpl, ne on sijoitettu pöydille siten, että kahta henkilöä kohden on niiden välissä yksi mikrofoni. Kameran on sijoitettu edessä keskellä näkyvän näytön yläpuolelle. Tilan järjestys sekä värimaailma on rauhallinen ja mattapintainen. Valon lähteitä on ylhäällä

katossa ja edessä olevien näyttöjen ympärillä. Näin saadaan luonnollinen valaistus, jossa jokainen näkyy eikä kuvaan tule häiritseviä varjoja.



Kuva 2. Cisco TelePresence 3210 -videoneuvotteluhuoneen järjestys. [6, s. 44]

4.4 HD-videosalineuvottelujärjestelmät

Videosalineuvottelujärjestelmät ovat valmistajien isoimpia, ne on tarkoitettu isoille yli 10 henkilön ryhmille. Hinnaltaan tämän kokoiset järjestelmät maksavat useita satoja tuhansia. Tämän kokoisten järjestelmien suurimpia käyttäjäryhmiä ovat yritykset sekä eri viranomaisahot, joilla on tarve saada samaan videoneuvotteluun paljon henkilöitä.

4.4.1 Cisco TelePresence 3210

Cisco TelePresence 3210 ja 3200 mahdollistavat samassa huoneessa tai salissa olevan jopa 18 ihmisen osallistumaan videoneuvotteluun yhdestä huoneesta.

Huone tarjoaa hyvin joustavan tavan, mikäli on tarvetta myös isommille ryhmäneuvotteluille. Tämä on erityisesti suunniteltu tarjoamaan vaivaton tapa välittää erinomaista HD-tasoista kuvaa niin videokameran kautta kuin still-kuvia. Kyseessä on kaksisuuntainen full duplex –järjestelmä, jossa on

CD-laadun äänimaailma, jossa viiveet on minimoitu ja jota eivät langattomat mobiililaitteet häiritse. Siihen on mahdollisuus sisällyttää kalenteriohjelma, johon voi laittaa yhteyden aloituksen ja muita kontroleja. Liitettävyyden verkkoon takaa korkean laadun ja turvallisuuden, niin kuva- kuin yhteyssignaali voidaan salata. Toimii niin intranetin kuin internetin yli.



Kuva 3. Cisco TelePresence 3210 -videoneuvottelujärjestelmä [7, s. 44]

Cisco TelePresence 3210 -videoneuvottelujärjestelmään kuuluu kolme isoa HD-tasosta näyttöä edessä. Tässä on optio lisäksi vielä kolmeen lisänäyttöön, joilla voidaan esittää esimerkiksi kuvaajia ja tilastoja. Kaikille neuvotteluun osallistujilla on tarjolla virtaliitin sekä ethernetliitin, jolla saadaan liitettyä kannettava tietokone mukaan videoneuvotteluun. Cisco MeetingPlace- sekä Cisco WebEx -istunto tarjoavat mahdollisuuden liittää mukaan omaa dataa. Cisco TelePresence -videoneuvottelujärjestelmä voidaan sijoittaa valmiiseen huoneeseen riippuen koosta joko 14- tai 18-paikkaisena.

Cisco TelePresence3210 -järjestelmän laitteisto tukee videokuvan osalta 30-fps liikkuvaa kuvaa 720p laadulla vaatien vain 1,5 Mbps (T1/E1) nopeuksisen yhteyden.

Cisco TelePresence 3010 ja 3000 ovat edellisestä poiketen tarkoitettu kuudelle henkilölle videoneuvotteluun. Kyseisessä järjestelmässä on tarjolla kaarevan pöydän eteen kolme näyttöä.

4.4.2 HP Visual Collaboration Studio

HP Visual Collaboration Studio on salikokoluokan ratkaisu HP:ltä HD-videoneuvotteluihin. Tämä järjestelmä tehtiin uudistamaan HP:n videoneuvottelujärjestelmä vanhan Halon jälkeen. Kyseinen järjestelmä on tehty standardien ISO 27001 ja ISO 9001 sertifikaattien mukaisesti. Kyseinen saliratkaisu on mahdollista saada 2, 4, 6 tai 12 hengen järjestelmänä. Videoneuvottelupalvelu on turvattu verkon yli. Järjestelmä pitää sisällään HD-televisiot, HD-kamerat, mikrofonit, valaistuksen. Lisäksi videoneuvotteluissa on mahdollista jakaa dokumentteja ja dataa sekä näyttää niitä videoneuvottelun aikana suoraan, jolloin mukaan voidaan yhdistää esimerkiksi kannettava tietokone. HP tarjoaa lisäksi 24/7palvelutuen.



Kuva 4. HP Visual Collaboration Studio [12, s. 44]

HP ei jostain syystä jaa julkisesti salikokoluokan järjestelmistä mitään tarkkoja teknisiä tietoja. Tästä syystä en käsittele HP:n sali järjestelmää sen tarkemmin, mutta voidaan kuitenkin sanoa, että huonekokoisen HP Visual Collaboration Room-järjestelmän tiedot antavat osviittaa HP:n käyttämistä standardeista ja laitteistosta.

4.4.3 Polycom Immersive Telepresence RPX

Polycom Immersive Telepresence RPX on salikokoluokan videoneuvottelujärjestelmä. Suurin tämän tuotesarjan järjestelmistä mahdollistaa 28 henkilön osallistumiseen videoneuvotteluun yhdestä huoneesta. Tämän järjestelmän erikoisuutena voidaan pitää huoneen kattoon asennettavia mikrofoneja. Kattoon asennettavat mikrofonit eivät näin ollen vie tilaa pöydältä eikä niiden paikkaa tarvitse myöhemmin miettiä mihin puhuu. Tämä tuotesarja mahdollistaa 1080p sekä 720p laatuisten kuvayhteyksien liittämisen neuvotteluun. Tässä tuotesarjassa löytyy pöydistä valmiita paikkoja tietokoneiden liittämiseen neuvotteluun.



Kuva 5. Polycom Immersive Telepresence RPX [38, s. 46]

4.4.4 Vertailu

Taulukko 1. Vertailu HD-videosalivideoneuvottelujärjestelmät.

Ominaisuus	Cisco TelePresence32 10	HP Visual Collaboration Studio	Polycom Immersive Telepresence RPX
Paras tuettu kuvan- laatu	1080p @ 30 fps.	1080p @ 30 fps.	1080p @ 30 fps.

Video standardit	H.264	-	H.264, H.239, H.261 ja H.263++.
Ääni standardit	G.711 ja AAC-LD 22kHz	-	G.711, G.722, G.722.1, G.722 Annex C, Siren 22 @ 22 kHz.
Kaistan tarve	19,8 Mbps @ 1080p ja 13,5 Mbps @ 720p.	-	24 Mbps @ 1080p ja 24 Mbps @ 720p.
Näyttöjen määrä	3 kpl – 5 kpl.	3 kpl – 4 kpl.	2 kpl – 4 kpl.
Istumapaikkoja	jopa 18 kpl.	jopa 12 kpl.	jopa 28 kpl.
Virran kulutus.	Enintään 3222 W.	-	Enintään 4204 W.

4.5 HD-huonevideoneuvottelujärjestelmät

Huonevideoneuvottelujärjestelmät ovat markkinoiden keskikokoisia ratkaisuja, nämä on tarkoitettu alle kymmenen henkilön ryhmille. Asennuksen kannalta voidaan tässä kokoluokassa päästä halvallakin, mikäli on valmis tila ja pöytä. Ominaisuuksiltaan kuitenkin ollen hyvä tarjoten 1080p laatuista videokuvaa isolta näytöltä.

4.5.1 Cisco TelePresence 1300

Cisco TelePresence 1300-järjestelmä tarjoaa huonekokoisien ratkaisun HD-videoneuvotteluihin, joiden tarkoitus on järjestää arviotilaisuuksia, tilannetiedotus kokouksia ja aiheiden esittelyjä. Tämä järjestelmä

mahdollistaa enintään kuudelle henkilölle paikan osallistua videoneuvotteluun.

Cisco TelePresence 1300 mahdollistaa kolmen kameran käytön ja yhden ison joko 65” tai 47” näytön, joka tukee 1080p tarkkuutta. Järjestelmä mahdollistaa myös esityskuvassa toiminnon, jolloin tiedon näyttäminen helpottuu. Monipisteneuvottelut ovat mahdollisia jopa 48 eri paikan kesken yhtä aikaa.



Kuva 6. Cisco TelePresence 1300-47 -videoneuvottelujärjestelmä [8, s. 44]

Cisco TelePresence 1300-47 tarvitsee sähköä tyypillisesti 600 W kuitenkin enintään 960 W. Painoa tällä järjestemällä on noin 136 kg. Cisco TelePresence 1300-65 -järjestelmä tarjoaa 65” näytön. Tämä ratkaisu sopii keskisuuriin sekä isoihin tiloihin enintään kuudelle henkilölle.



Kuva 7. Cisco TelePresence 1300-65 -videoneuvottelujärjestelmä [9, s. 44]

Huoneen minimikoon tulisi olla vähintään 2,4m*4,9m*3,7m sekä 1300-47 että 1300-65 järjestelmän tapauksissa. Cisco TelePresence 1300-65 vaatii sähköä tyypillisesti 1216 W kuitenkin enintään 1728 W. Painoa järjestelmällä on noin 272 kg.

Cisco TelePresence 1300 -järjestelmän laitteistot tukevat videokuvan osalta 30-fps liikkuvaa kuvaa sekä 1080p että 720p laadulla vaatien vain 1,5 - 4 Mbps nopean yhteyden.

4.5.2 HP Visual Collaboration Room

HP Visual Collaboration Room HD -videoneuvottelujärjestelmä on mahdollista saada keskisuuriin ja isoihin tiloihin. HP tarjoaa tässä paketissa kaksi näyttöä joko 42" tai 50", kameran sekä mikrofonin. Tähän järjestelmään on mahdollista kytkeä myös kannettava tietokone, jolloin toiseen näytöistä voidaan ajaa kuvaa tai esitystä halutusta asiasta. Näytöt itsessään on myös mahdollista kiinnittää seinään, jolloin mitään telinettä ei välttämättä tarvita.



Kuva 8. HP Visual Collaboration Room [12, s. 44]

HP Visual Collaboration Roomin ominaisuuksiin kuuluu se, että järjestelmää voidaan käyttää yhdellä näytölläkin kahden näytön sijaan. Videoneuvotteluja voidaan käydä usean eri paikan kesken yhtä aikaa. Videokuvan laatuun HP käyttää H.264SVC-standardia. Yhdyskäytävässä HP käyttää SIP- ja H.323-standardeja takaamaan multimedian joustavan jakamisen verkon yli.



Kuva 9. HP Room100-laitteisto. [12,s. 44]

HP Visual Collaboration Room mahdollistaa yhtä aikaa jopa 100 yhteyttä yhteen videoneuvotteluun laitteiston itse ollessa varsin kätevän kokoinen ominaisuuksiin nähden.

4.5.3 Polycom HDX 9000

Polycomilla on tarjota useita vaihtoehtoja HD-huonevideoneuvottelujärjestelmiin. Näistä tuotesarjoista HDX 9000 tarjoaa Polycomin laitteistoista parhaimman tässä kokoluokassa. Tämä järjestelmä on muokavissa joko yhden näytön tai kahden näytön versioksi. Poiketen muista valmistajista Polycom on suoraan ilmoittanut, että kyseinen laitteisto tukee IPv6:sta. Hyviä ominaisuuksia tässä laitteistossa on vähän huomiota herättävä litteän mallinen 360 astetta ottava pöytämikroni jota riittää yksi pyöhdälle saaden kaikki osallistujat kuuluviin. Kuvan laatuja on tuettuna 1080p sekä 720p.



Kuva 10. Polycom HDX 9000. [39, s. 46]

4.5.4 Vertailu

HD-huonevideoneuvottelujärjeslemien teknisiä ominaisuuksia vertailemme seuraavaksi.

Taulukko 2. Vertailu HD-huonevideoneuvottelujärjeslemät.

Ominaisuus	Cisco TelePresence	HP Visual Collaboration	Polycom HDX 9000

	1300	Room	
Tietoliikenneyhteys	3 – 4 Mbps @ 1080p ja 1,5 – 3 @ 720p.	2 Mbps – 4 Mbps.	6 Mbps.
Video standardi	H.264.	H.264.	H.264, H.263+++, H.261.
Tuetut kuvalaadut	1080p @ 30fps ja 720p @ 30 fps.	1080p @ 30fps, 720p @ 60fps, 720p @ 30fps.	1080p @ 30 fps, 720p @ 60fps, 720p @ 30 fps.
Audio-standardit	G.711, G.722 ja AAC-LD 22 kHz.	SPEEX wide-band 32kHz, G.711 ja G.722.	G.711, G. 728, G.729A, G.722, G.722.1, Polycom Siren 14 @ 14kHz, Polycom Siren 22 @ 22kHz.
Protokollat	Cisco Discovery Protocol, SIP, IP, DHCP, SSH, 802.1p/q ja RTP.	AES 128, SIP.	AES FIPS 197, H.235V3, H.233 / 234, IPv6, SIP ja salasana turvattu tunnistautuminen.

4.6 HD-työasemavideoneuvottelujärjestelmät

Työasemavideoneuvottelujärjestelmät on tässä tutkituista mahdollisuuksista pienimpiä kiinteästi asennettavia järjestelmiä tarjoten kuitenkin 1080p laadulla videokuvaa.

4.6.1 Cisco TelePresence system 500

Cisco TelePresence system 500 tarjoaa vähän tilaa vievän ratkaisun videoneuvotteluun vaikka omassa työhuoneessa. Valittavana on joko 32” tai 37” näyttö. Sarjaan kuuluu myös mikrofoni, kamera ja taustavalaistus. Tilaa tämä ratkaisu ei vaadi paljon.



Kuva 11. Cisco TelePresence-system 500 [10, s. 44]

Cisco TelePresence 500-järjestelmä tarjoaa mahdollisuuden enintään yhdelle tai kahdelle osallistua työpisteeltään videoneuvotteluun. Tämä järjestelmä on yhteensopiva muiden Cisco TelePresence -järjestelmien kanssa ja tarjoaa saman kuvanlaadun 1080p sekä 720p tarkkuuksien ollessa tuettuna. Cisco TelePresence 500 -järjestelmässä on mahdollista esittää grafiikkaa kuvassa, joka helpottaa esitelmien pitämistä. Tätä on mahdollista käyttää myös pelkkänä tietokoneen monitorina tai vain näyttämään videokuvaa.

Cisco TelePresence system 500 -laitteiston 32” näytöllä varustettuna tulee aina jalustan kanssa. Isompi 37” näytöllä varustettu versio on mahdollista kiinnittää myös suoraan seinään.



Kuva 12. Cisco TelePresence system 500 [10, s. 44]

4.6.2 HP Visual Collaboration Executive Desktop

HP Visual Collaboration Executive Desktop on työasemille suunniteltu ratkaisu, joka mahdollistaa työhuoneesta henkilökohtaisen videoneuvottelun. Tätä käytetään mukana tulevalla omalla kosketusnäytöllä, jolla voidaan hallita videoneuvottelun etenemistä. Käytössä on myös muista HP Visual Collaboration-sarjan tuotteista tuttu ohjelmien ja tiedon siirto lennossa videoneuvottelun aikana. Tällä voidaan käydä myös monipisteneuvotteluja.



Kuva 13. HP Visual Collaboration Executive Desktop. [12, s. 44]

HP Visual Collaboration Executive Desktop sisältää HP touchsmart -näytön sekä ohjelmiston, kameran ja usb-kuulokkeet. Tämä on täysin yhteensopiva muiden HP-päätteiden kanssa kuten roomin ja desktopsin. Itse ohjelmisto on helppo käyttää sormella ohjattavissa suoraan näytöltä. Säättömahdollisuuksia on videokuvien sijoittelulle, kameralle ja äänille. Tämä videoneuvottelu laitteiston saa salasanasuojatuksi. HP Visual Collaboration Executive Desktop mahdollistaa jopa 100 yhteyttä samaan videoneuvotteluun.

4.6.3 Vertailu

HD-työasemavideoneuvottelujärjeslemien teknisiä ominaisuuksia vertailemme seuraavaksi.

Taulukko 3. Vertailu HD-työasemavideoneuvottelujärjestelmät.

Ominaisuus	Cisco TelePresence system 500	HP Visual Collaboration Executive Desktop
Kamera	1080p @ 30fps.	Logitech B910, 720p @ 30fps.
Paino	51,3 kg – 104,3 kg.	-
Sähkö	192 W - 360 W.	-
Laajakaista	3 Mbps – 4 Mbps @1080p ja 1,5 Mbps – 3 Mbps @ 720p.	1 Mbps @ 720p
Video standardi	H.264.	H.264.
Videon nopeus	30 fps.	30fps.

Natiivi televisio standardi	720p ja 1080p.	720p
Kuvan resoluutio	1980 * 1080.	1280 * 720.
Ääni standardi	G.711 ja AAC-LD 22kHz.	SPEEX wideband 32kHz, G.711 ja G.722.
Protokollat	Cisco Discovery Protocol, SIP, IP, DHCP, SSH, IEEE 802.1p/q ja RTP.	AES 128 ja HTTPs.

4.7 Monipisteneuvottelu

Videoneuvottelu on hieno tapa järjestää kahdenkeskinen tai ryhmien keskinen neuvottelu, mutta nykyään ovat myös monipisteneuvottelut mahdollisia, jolloin yhteen samaan videoneuvotteluun voidaan ottaa useista eri kohteista osallistujia. Nykyään laitteistot, serverit ja verkon kapasiteetti on niin hyvää tasoa, että pystytään järjestämään monipisteneuvotteluja HD-laatuksena.

Monipisteneuvottelulla tarkoitetaan sitä, että kolme tai useampia eri yhteyspisteitä on reaaliaikaisessa kuva- ja ääniyhteydessä keskenään. Monipisteneuvottelua voidaan tarvita esimerkiksi eri viranomaisien kanssa samaan aikaan neuvotteluun tai yrityksen eri toimipisteiden väliseen kokoukseen. Monipisteneuvottelussa näyttö jakautuu niin moneen ruutuun kuin on yhteyksiä kyseisessä neuvottelussa. Monipisteneuvottelun aikana, kun jaetaan tietoa tai dataa, näkyy se samaan aikaan kaikille neuvotteluun osallistujille. Neuvottelun aikana on syytä ottaa pois päältä ääniohjaus, jotta kuva pysyy samana ja kaikki osallistujat mukana neuvottelussa.

Monipisteneuvottelua varten tarvitaan laitteisto joka mahdollistaa tämän ominaisuuden monipistesilta MCU. Monipistesilta voidaan toteuttaa erillisellä laitteistolla johon videoneuvotteluun osallistujat ottavat yhteyttä. Joissakin videoneuvottelujärjestelmissä monipistetuki on sisäänrakennettuna rajattua

osallistujamäärää varten jolloin erillistä monipistesiltaa ei tarvita. Käytettäessä erillistä monipistesiltaa saadaan aikaiseksi hyvä skaalautuvuus jonka ansiosta eri laatuiset yhteydet saadaan yhdistettyä samaan videoneuvotteluun. Monipistesiltaan kun otetaan yhteyksiä erillisistä päätelaitteista joissa on erilaisia ääni- ja kuvanlaatuja niin monipistesilta koodaa tämän tietovirran siten, että jokainen videoneuvotteluun osallistuja näkyy toisilleen kyseisen päätelaitteen laadulla. Nykyiset monipistesillat usein sisältävät myös yhdyskäytävän joka mahdollistaa ISDN- ja IP-pohjaiset videoneuvottelulaitteistot samaan videoneuvotteluun.

Seuraavassa lisää erillisistä laitteista monipisteneuvottelua varten.

4.7.1 *Cisco TelePresence Multipoint Switch*

Cisco TelePresence Multipoint Switch eli CTMS tukee jopa 48 eri sijainnista tulevan monipisteneuvottelun. Tämä mahdollistaa kaikkien osallistujien nähdä toisensa reaaliaikaisesti HD-videolaadulla ja CD-tason äänenlaadulla. Cisco TelePresence Multipoint Switch on edullinen investointi tähän tarkoitukseen, kun halutaan monipisteneuvotteluja ja helposti asennettavan laitteiston, joka tarjoaa erinomaisen skaalautuvuuden. Tarjolla on äänikomennoin ohjattavissa oleva kytkentä. Kytkin tukee jopa 48 yhden ruudun Cisco TelePresence System 500, Cisco TelePresence system 1000 päätepisteitä tai Cisco TelePresence 1300-sarjan ja 16 kolmen näytön Cisco TelePresence System 3000 tai Cisco TelePresence System 3200 päätepisteitä tai eri yhdistelmiä näistä yhteen kokoukseen.



Kuva 14. Cisco TelePresence Multipoint Switch. [32, s. 45]

Cisco TelePresence Multipoint Switch on yhteensopiva H.323- ja SIP-protokollaa tukevien päätelaitteiden kanssa. Järjestelmän viive jää alle 10 millisekunnin. Hallinta on toteutettu web-pohjaisesti ja se tarjoaa erilaisia

roolipohjaisia profiileja hallintohenkilöstölle, ryhmille ja osastoille. Kuvien jakaminen osallistujille on helppoa datan jakamisen ominaisuuden ansiosta.

Taulukko 4. Cisco TelePresence Multipoint Switch -tuotetiedot. [32, s. 45]

Skaalautuvuus.	Monipistekytin tukee jopa 48 videovirtaa ja mahdollistaa jopa 96 henkilöä samaan kokoukseen.
Yhdistettävyys.	Kokouksen johtaja voi kesken kokouksen lisätä osallistujia web-liittymän kautta.
Suorituskyky ja viive.	Korkea suorituskyky ja erittäin pieni viive takaavat luonnollisen videoneuvottelun.
Äänen liitettävyys.	Järjestelmään voidaan liittää myös pelkkä äänilähde järjestelmän puhelimen kautta.
Tietojen jakaminen.	Tämä monipistekytin tulee Cisco TelePresence Auto-Collaboration ominaisuutta, joka mahdollistaa tietojen jakamisen.
Yhteensopivuus.	Yhteensopiva 3500 MCU:n ja Cisco Telepresence Multipoint Switch:n kanssa sekä videoyhteensopiva H.323, SIP, H.320 ja skinny client control protocollan eli SCCP-videopäätteiden kanssa.
Neuvottelun turvallisuus.	Turvallisuus on taattu siten, että ei-kutsutut osallistujat eivät voi yhdistyä kokoukseen. Vain kutsutut osallistujat voivat yhdistyä

	videoneuvotteluun.
Video ilmoitus.	Uudet kokoukseen liittyvät jäsenet tulevat näkyviin kaikille jäsenille, joten muutkin saavat tiedon tästä.
Verkkoliikenteen hallinta	Automaattinen kameroiden datavirran hallinta vähentää huomattavasti datavirtaa niiltä osallistujilta jotka eivät puhu sillä hetkellä. Jokaiseen kokoukseen voidaan myös määrittää suurin sallittu laatuaso.
Diagnostiikka	Järjestelmän diagnostiikka ominaisuus sisältää järjestelmän tilan, hälytykset, ladattavat logiviestit ja simple network management protocol SNMP tuen.
Soiton tiedot.	Videoneuvottelun osallistujien aloitus- ja lopetustiedot voidaan lähettää kolmannen osapuolen ohjelmaan jälleen käsittelyä varten.
Tuotteen ja ohjelmiston yhteensopivuus.	Cisco TelePresence versio 1.6 tai uudempi sekä ohjelmisto Cisco TelePresence Manager versio 1.6 tai uudempi.
Soiton signalointi.	SIP trunkki Cisco Unified Communications manager version 6.1.3 kanssa tai uudempi ja IP versio 4.
Mediaprotokolla	Real-Time Control Protocol eli RTCP, Real-Time Transport Protocol eli RTP, User Datagram Protocol

	eli UDP ja IP unicast.
Videoprotokolla.	H.264-protokolla HDTV 16:9 kuvasuhteella. Yhteensopiva myös kuvasuhteelle 4:3.
Videon resoluutio.	Progressiivinen 1080p @ 30 fps ja 720p @ 30 fps. Yhteensopiva myös 720p:n kanssa käytettäessä SIP- ja H.323-protokollia.
Jaetun tiedon videolaatu.	1024 * 768 pikseliä joko 1 fps, 5 fps tai 30fps.
Äänet.	AAC-LD/HBR 22 MHz cd-laadun ääni neljä kanavaisena.
Kapasitetti.	48 kpl 1080p @ 30 fps videolähteitä.
CTMS:n aiheuttama viive.	Alle 10 millisekuntia.
Viiveen vaihtelu.	Alle 0,05 %.
Järjestelmän rauta.	Cisco MCS 7845 neljä ydin prosessori serveri.
Liitettävyyys.	Kaksi 1 Gt tietoverkkoliitintä.
Virta.	240 VAC @ 6.1 A
Mitat (korkeus * leveys * syvyys).	8,59 cm * 44,54 cm * 66,07 cm.
Paino.	27,22 kg.
Järjestelmän ohjelmisto.	Red Hat Linux AS 3.

4.7.2 Cisco TelePresence MCU 4200-sarja

MCU 4200-sarja tarjoaa tehokkaan videoneuvottelusillan mahdollistaen korkealaatuisen äänen ja videokuvan jakamisen helposti. Sopii hyvin pienten ja keskisuurten yritysten sekä koulutustarkoituksiin. Tämä on yksi tapa toteuttaa standardeihin sopiva monipisteneuvottelu, joka on yhteensopiva myös kolmansien osapuolien kanssa. MCU 4200 tarjoaa 40 video-, äänilähdettä, 50 valmiiksi mukautettua asetusta ja helpon hallintaliittymän. MCU 4200 hyödyntää videon tuomisen työpöydälle käyttäen ConfernceMe-ominaisuutta.



Kuva 15. MCU 4200. [33, s. 46]

Cisco TelePresence MCU 4200 tukee SIP ja H.323 laitejärjestelmiä. Voidaan myös käyttää yhdessä ISDN-verkkojen kanssa. Yhteensopiva Microsoftin Office Communication serverin kanssa. Sisäänrakennettu Ciscon packetSafe ominaisuus, joka vähentää verkon pakettivirheitä. Kaistan suuruus jopa 4 Mbps lähdettä kohden. Videon resoluutiot 720p @ 15 fps tai 480p @ 30 fps. Laitteen tuottama viive 60 millisekuntia.

Taulukko 5. Cisco TelePresence MCU 4200-sarjan eri mallit. [33, s. 46]

Malli	Video kumppanit	Ääni kumppanit	Videon suoratoisto unicast / multicast
MCU 4203	6	6	24 / rajaton
MCU 4205	12	12	24 / rajaton
MCU 4210	20	20	40 / rajaton

MCU 4215	30	30	60 / rajaton
MCU 4220	40	40	80 / rajaton

Seuraavaksi käsittelemme hieman tarkemmin MCU 4200-sarjan ominaisuuksia, tuotetietoja ja teknisiä rajoituksia.

Taulukko 6. Cisco TelePresence MCU 4200-sarjan tuotetiedot. [33, s. 46]

Suorituskyky.	720p @ 15 fps H.263 käytettäessä, 480p @ 30fps. Yhteensopiva HD-äänien kanssa.
Video standardit.	H. 261, H.263, H263+, H.263++, H.264.
Ääni standardit	G.711, G.722, G.722.1, G723.1, G.729, MPEG-4 AAC-LC, MPEG-4 AAC-LD, Polycom Siren14 G.722.1 Annex C.
Verkonkaista.	H.263 noin 4 Mbps ja H.264 noin 2 Mbps lähdettä kohden.
Liitettävyyys.	Automaattinen äänen ja videon muokkaus siten, että mikä tahansa video- tai ääniyhteys voidaan kytkeä kesken neuvottelun.
Videon suoratoisto.	Sisään rakennettu videon suoratoistopalvelin. Voidaan toistaa Windows Media Player, Real Player ja QuickTime sovelluksilla. Kalvojen suoratoisto H.239 ja VNC.Tekstipohjainen pikaviestitys, unicast, multicast, UDP, TCP ja

	HTTP. Mahdollisuus valita eri kaistantarpeiden ja koodekkien mukaan.
Lokalisointi ja muokkaus.	Muokattavat ääni ja grafiikka ilmoitukset. Voidaan lisätä monikielituki.
Qos	Muokattava DSCP- tai TOS/IP-käytäntö.
Turvallisuus.	Salasanaturvatut videoneuvottelut. Turvatut laitteet muut kuin pc ja käyttöjärjestelmä. AES-salaus, 128 bittiä, H.235. SIP-salaus. TSL-sertifikaatti vahvistus. VFO ethernetportti.
Liitäntä.	2 kpl RJ45-ethernetportteja, 10/100/1000 Mbps full/half duplex, manuaalinen sekä automaattinen. RJ45 sarjaportti, CompactFlash liitin, 39 tilalediä.
Mitat.	Korkeus 4,4 cm * leveys 43,7 cm * syvyys 31,2 cm. Paino 4 kiloa.
Virran kulutus.	Enimmillään 110 W.

4.7.3 Cisco TelePresence MCU 4500-sarja

Cisco TelePresence MCU 4500 tarjoaa erinomaisen vaihtoehdon HD-videoneuvotteluille. Tehokkain HD MCU mahdollistaa 1080p @ 30fps laadun videokuvalle. MCU 4500 on hyvin yhteensopiva kaikkien suurien laitevalmistajien videoneuvottelulaitteiden kanssa. MCU 4500 -järjestelmän

kautta on mahdollista käyttää myös ConfrenceMe-ominaisuutta useilla eri ulkoasuilla. Tämä mahdollistaa vaivattoman tavan jakaa tietoa.



Kuva 16. MCU 4500. [34, s. 46]

Seuraavaksi käsittelemme MCU 4500-sarjan eli malli versioiden eroja ja voimme todeta että jokaisessa tämän sarjan laitteessa on tuettuna 1080p laadun videokuva.

Taulukko 7. Cisco TelePresence MCU 4500. [34, s. 46]

Laitemalli	Video yhteydet	1080p kapasiteetti laajennettavissa	Mahdolliset ääniyhteydet	Videon suoratoisto unicast / multicast
MCU 4505	12 * 720p 6 * 1080p	12 * 1080p	12	24 / rajoittamaton
MCU 4510	20 * 720p 10 * 1080p	20 * 1080p	20	40 / rajoittamaton
MCU 4515	30 * 720p	30 * 1080p	30	60 / rajoittamaton
MCU 4520	40 * 720p 20 * 1080p	40 * 1080p	40	80 / rajoittamaton

Seuraavaksi käsittelemme hieman tarkemmin MCU 4500 -sarjan ominaisuuksia, tuotetietoja ja teknisiä rajoituksia. MCU 4500 -sarjan

järjestelmään on mahdollista saada lisäoption VFO-4500 videopalomuu-
tuomaan lisää turvaa.

Taulukko 8. Cisco TelePresence MCU 4500. [34, s. 46]

Suorituskyky.	1080p @ 30 fps H.264 4 Mbps jatkuvaassa käytössä. Yhteensopiva HD-äänien kanssa. Kaksois video käytettäessä H.239-protokollaa.
Video standardit.	H. 261, H.263, H263+, H.263++, H.264.
Ääni standardit	G.711, G.722, G.722.1, G723.1, G.729, MPEG-4 AAC-LC, MPEG-4 AAC-LD, Polycom Siren14 G.722.1 Annex C.
Verkonkaista.	Noin 4 Mbps H.263- ja H.264- protokollia käytettäessä..
Liitettävyyys.	Automaattinen HD sekä SD äänen ja videon muokkaus siten, että mikä tahansa video- tai ääniyhteys voidaan kytkeä kesken neuvottelun riippumatta muiden osallistujien videoneuvottelulaitteista.
Videon suoratoisto.	Sisään rakennettu videon suoratoisto serveri. Voidaan toistaa Windows Media Player, Real Player ja QuickTime sovelluksilla. Kalvojen suoratoisto H.239 ja VNC.Tekstipohjainen pikaviestitys, unicast, multicast, UDP, TCP ja HTTP. Mahdollisuus valita eri kaistantarpeiden ja koodekkien

	mukaan.
Lokalisointi ja muokkaus.	Muokattavat ääni ja grafiikka ilmoitukset. Voidaan lisätä monikielituki.
Qos	Muokattava DSCP tai TOS/IP käytäntö.
Turvallisuus.	Salasana turvatut videoneuvottelut. Turvatut laitteet muut kuin pc ja käyttöjärjestelmä. AES-salaus 128 bittiä H.235. SIP-salaus. TSL sertifikaatti vahvistus. VFO ethernet portti.
Liitäntä.	2 kpl RJ45 ethernet portteja, 10/100/1000 Mbps full/half duplex, manuaalinen sekä automaattinen. RJ45 sarjaportti, CompactFlash liitin, 39 tilalediä.
Mitat.	Korkeus 8,7 cm * leveys 44,2 cm * syvyys 48,9 cm. Paino 15 kiloa.
Virran kulutus.	Enimmillään 600 W.

4.7.4 Cisco TelePresence MSE 8000 -sarja

Cisco TelePresence MSE 8000 -sarja on erittäin skaalautuva ja joustava ratkaisu HD-videoneuvotteluihin sekä puheviestintään. Tämä tehokas vikasetoinen ratkaisu on suunniteltu suuryritysten kriittisiin viestintäpaikkoihin. Tämä sopii erinomaisesti palveluntarjoajille, jotka haluavat tarjota asiakkailleen videoneuvottelupalveluita. MSE 8000 ei ole vain videoneuvottelusilta vaan myös täydellinen MCU, ISDN-yhdyskätävä,

IP VCR ja IP-yhdyskäytävä. Tässä yhteydessä VCR tulee sanoista videoconference recording.

MSE 8510 mahdollistaa jopa 80 kpl yhtä aikaista SD-videoneuvotteluyhteyttä 448p laadulla, järjestelmä tukee myös 1080p @ 30 fps laadun videokuvaa. MSE 8000 -sarja mahdollistaa videon ja työpöydän jaon ConferenceMe-ominaisuuden kautta.



Kuva 17. Cisco TelePresence MSE 8000. [35, s. 46]

Tutustumme lähemmin MSE 8000:n mielenkiintoiseen MCU 8510 -yksikköön ja sen ominaisuuksiin. Kyseinen järjestelmä mahdollistaa HD-videoneuvottelut MSE 8000-sarjassa.

Taulukko 9. Cisco TelePresence MCU MSE 8510. [35, s. 46]

Tuettuja ominaisuuksia.	Skaalautuva 1080p, 720p ja 80
-------------------------	-------------------------------

	portin SD-laadun kanssa. Tukee SIP ja H.323-päätelaitteita. Ciscon PacketSafe-ominaisuus takaa mahdollisimman pienen pakettihäviön.
Ohjelmistollisia ominaisuuksia.	Cisco ConfreceMe-tuki videon ja työpöytien jakoon. Tukee SD:stä HD-laatuun siirtymää käyttäen Cisco ClearVision ominaisuutta. Microsoft Communication Server -ohjelma tuki myös löytyy.
Suorituskyky.	Yhdellä kortilla 20 kpl HD 1080p tai 720p videoyhteyttä tai 80 kpl SD-laadun videoyhteyttä. Yhdessä kotelossa yhteensä jopa 180 kpl 1080p ja 180 kpl ääniyhteyksiä tai 720kpl SD-videoyhteyttä.
Kaistan tarve.	Noin 4 Mbps yhteyttä kohden.
Video standardit.	H.261, H.263, H.263+, H.263++, H.264.
Video resoluutiot.	QCIF laadusta 1920 * 1080 resoluutioon. Kuvasuhteet 4:3 ja 16:9.
Ääni standardit.	G .711, G.722, G.722.1, G.723.1, G.728, G.729, MPEG-4 AAC-LC, MPEG-4 AAC-LD, Polycom Siren 14 / G.722.1 Annex C
Tuetut protokollat.	H .323, SIP, H.235, SRTP, TLS, H.239, VNC, BFCP, H.243, FTP, RTP, RTSP, HTTP, HTTPS, DHCP,

	SNMP, NTP, NTLM.
Videon suoratoisto.	Sisään rakennettu videon suoratoisto serveri. Voidaan toistaa Windows Media Player, Real Player ja QuickTime sovelluksilla. Kalvojen suoratoisto H.239 ja VNC. Tekstipohjainen pikaviestitys, unicast, multicast, UDP, TCP ja HTTP. Mahdollisuus valita eri kaistantarpeiden ja koodekkien mukaan.
Lokalisointi ja muokkaus.	Muokattavat ääni- ja grafiikkailmoitukset. Voidaan lisätä monikielituki.
Qos	Muokattava DSCP- tai TOS/IP-käytäntö.
Turvallisuus.	Salasanaturvatut videoneuvottelut. Turvatut laitteet muut kuin pc ja käyttöjärjestelmä. AES-salaus 128 bittiä H.235. SIP-salaus. TSL sertifikaatti vahvistus. VFO ethernet portti.
Liitännät.	2 kpl RJ45 ethernet portteja, 10/100/1000 Mbps full/half duplex, manuaalinen sekä automaattinen. RJ45 sarjaportti, CompactFlash liitin, LCD-tilanäyttö.
Mitat.	Korkeus 84,2 cm * leveys 43,7 cm * syvyys 52,0 cm.

4.8 Kaistavaatimukset ja QOS

Tämän opinnäytetyön käsittelemien videoneuvottelulaitteiden kaistantarve on suuntaa antava. Cisco TelePresence HD -videoneuvottelujärjestelmät vaativat nettiyhteydeltä vähintään 3 – 4 Mbps, kun käytössä on 1080p tarkkuus ja vähintään 1,5 – 3 Mbps, kun käytössä on 720p. HP Visual Collaboration-sarjan laitteet vaativat minimissään 512 kbps – 1 Mbps riippuen hieman järjestelmästä ja videon laadusta. Polycomin videoneuvottelujärjestelmät vaativat enimmillään 24 Mbps tason yhteyttä ja minimissään 6 Mbps.

Verkon käytön vaatimuksiin paljon vaikuttaa, minkä kokoisesta ratkaisusta on kyse. Isompi salikokoluokan videoneuvottelujärjestelmä usealla 1080p tarkkuuden kameralla ja monella mikrofonilla luonnollisesti vaatii enemmän kaistaa kuin esimerkiksi työasemakohtainen järjestelmä, jossa ei tarvita kuin yksi kamera ja yksi mikrofoni.

Videoneuvottelulaitteistoa suunniteltaessa on otettava huomioon tietoliikennekaista ja sen priorisointi korkealle videoneuvottelulle. Korkea tietoliikennekaistan priorisointi takaa sulavan ja mahdollisimman viiveettömän videoneuvottelun. Hyvä tapa on rakentaa videoneuvottelujärjestelmä niin, että tietoliikennekaistasta tietty prosentillinen osuus on aina käytössä vähintään videoneuvotteluille. Videoneuvottelujärjestelmä ei kuitenkaan saisi koskaan käyttää kaikkea mahdollista tietoliikennekaistaa kerralla, jotta voidaan taata sujuva sekä viiveetön videoneuvottelu ja muu tietoliikennettä vaativa toiminta samanaikaisesti.

4.9 Tietoturva ja palomuurit

Videoneuvottelun tietoturva on erittäin tärkeä osa kyseistä järjestelmää ja sen takaamiseksi siihen käytetään monia eri tapoja. Useimmat yritykset joilla on videoneuvottelulaitteisto haluavat tallentaa käydyt videoneuvottelut joko määrääjäksi tai hieman pidemmäksi aikaa. Tällöin on tärkeää, että kyseisille tallenteille pääsy on turvattu esimerkiksi avainkortilla tai biotunnisteella. Oleellisesti tietoturvariski on suurin silloin, kun videoneuvottelua joudutaan lähettämään internetin tai sisäverkon yli. Useissa ei-sotilaallisissa

laiteistoissa joita on tässä tutkielmassa käsitelty pitää jo itsessään sisällään joko DES 56- tai AES 128 -salausjärjestelmän. Kyseinen numero viittaa salausavaimen pituuteen bitteinä. Tällä taataan, että koko videoneuvotteluyhteys sekä monipisteyhteyden data ja keskustelu on salattu.

Palomuurit tuovat oman haasteensa videoneuvotteluille. Sillä esimerkiksi varsin yleisesti käytössä oleva H.323-standardia ei suunniteltu ensimmäiseksi turvallisuus mielessä. Seuraavassa havainnollistava esimerkki H.323-standardin tarvitsemista porttien käytöstä.

Taulukko 10. H.323-standardin porttien käyttö. [42, s. 46]

Portti	Tyyppi	Kuvaus
80	Staatinen TCP	HTTP rajapinta
389	Staatinen TCP	ILS versio 2.0 rekisteröinti LDAP
1002	Staatinen TCP	Win 2000 ILS Rekisteröinti
1503	Staatinen TCP	T.120
1718	Staatinen TCP	Yhdyskäytävän haku
1719	Staatinen TCP	Yhdyskäytävä RAS
1720	Staatinen TCP	H.323 puhelun muodostus
1731	Staatinen TCP	Ääni kontrolli
8080	Staatinen TCP	HTTP serverin tuki
1024 - 65535	Dynaminen TCP	H.245 yhteyden parametrit

1024 – 65535	Dynaminen UDP	RTP videon suoratoisto
1024 – 65535	Dynaminen UDP	RTP äänen suoratoisto
1024 – 65535	Dynaminen UDP	RTCP kontrollin informaatio

Kuten voidaan huomata H.323-standardi, vaatii monia portteja käyttöönsä toimiakseen. Dynaamiset avattavat portit ovat ongelma sellaiselle palomuurille, joka ei ymmärrä H.323 liikennettä eikä pysty signaloinnin perusteella avaamaan dynaamisesti näitä portteja. Tämä tuo sen ongelman, että yritysten sisäverkkoon jouduttaisiin puhkomaan hieman liikaa portteja auki, joka mahdollistaisi palvelunesto hyökkäykset ja troijalaisten tulon yrityksen sisään. Lisäksi omaan haasteen tuo sisäverkon NAT ja sen yli reitittäminen videoneuvotteluja varten. Monet yritykset ovat ratkaisseet ongelman siten että sijoitetaan videoneuvottelulaitteisto palomuurin ulkopuolelle irralleen itse yrityksestä. Näin saadaan ongelmitta luotua yhteys videoneuvottelulle ilman, että tarvitsisi riskeerata koko yrityksen sisäverkkoa.

4.10 Markkinaosuudet ja hinta

Tuotteiden hinnoissa on suuria vaihteluja ihan videoneuvottelujärjestelmän koon mukaan, miten isosta ja hyvästä järjestelmästä on kyse. Cisco TelePresence 3200 laitteiston listahinta on 340 000 \$ ja Cisco TelePresence 500 laitteiston listahinta on 33 900 \$. Cisco TelePresence 3000 -järjestelmän asiakkailta on mahdollisuus päivittää järjestelmästä Cisco TelePresence 3200 -laitteiston tasolle 90 000 dollarin hintaisella päivityspaketilla. HP laitteiden hinnoissa oli myös eroja. HP Visual Collaboration Executive Desktop -järjestelmän listahinta on 2599 \$. HP Visual Collaboration Room 200:n listahinta on 9499 \$. Näiden valmistajien

hintaeroja selittää se, että siinä missä Ciscon hinta on kokonaisuudessaan, niin HP veloittaa lisäksi erikseen muista mahdollisista kustannuksista. Eli HP:n laitteiden hinta on kyseisen ostettavan yksikön hinta. Polycom HDX 9000 -laitteiston hinta on 4999 \$, joka on varsin kohtuullinen hinta huone kokoisesta videoneuvottelujärjestelmästä. Polycom RPX HD 400-sarjan hinta on suunnilleen 75 000 \$.

Markkinaosuuksissa on kaksi suurta kun Polycom ja Tandberg hallitsevat yhdessä noin 70 % koko alasta. Cisco ja Hewlett-Packard ovat myös markkinoilla omilla tuotteillaan hieman pienemmällä osuudella. Pitää kuitenkin muistaa että Tandbergin omistaa Cisco.

4.11 Yhteensopivuus

Tässä opinnäytetyössä tutkitut HD-videoneuvottelujärjestelmät ovat hyvin pitkälle yhteensopivia, sillä kaikki nämä käyttävät samoja standardeja ja samoja protokollia. Pieniä eroja käytettävien standardien osalta tulee sen mukaan minkä kokoluokan järjestelmästä puhutaan. Pienempi kahdenkeskinen videoneuvottelu kannettavalta tietokoneelta tai kosketusnäytöltä toteutettuna käyttää luonnollisesti hieman eri standardeja kuin isomman salikokoluokan järjestelmä.

Isommat HD-videoneuvottelujärjestelmät tukivat yleisesti H.323-standardia ja SIP-protokollaa, joten sen puolesta rajoituksia ei juuri ole valittaessa itse videoneuvottelujärjestelmää.

International Multimedia Telecommunications Consortium eli IMTC tukee Ciscon kehittämää Telepresence Interoperability Protocol eli TIP:ä. TIP luotiin mahdollistamaan eri laitevalmistajien väliset videoneuvottelut. Tämä luotiin SIP:n päälle mahdollistamaan videoneuvottelu toisen valmistajan laitteistoon taaten kuitenkin videoneuvottelun samanlaisena. Cisco on jakanut TIP:ä LifeSizen, RADVISIONin ja Tandbergin tuotteille.

Monipisteneuvottelulaitteiden osalta yhteensopivuus on pääasiassa hyvää tasoa. Kyseisen järjestelmien tarkoitus kun on luoda useita yhteyksiä mahdollisimman tuetusti ja skaalautuvasti eikä suinkaan estää niitä.

5 TULOKSET

Tässä opinnäytetyössä käytiin läpi kaupallisia ratkaisuja HD-videoneuvottelujärjestelmistä. Voitiin todeta, että valinnan varaa on ja mikäli on suunnitelmissa investoida HD-videoneuvottelujärjestelmä, niin kannattaa lähteä ensin tarpeen suuruudesta liikkeelle. Tarvitaanko yli kymmennelle henkilölle yhtäaikaisesti videoneuvotteluun istumapaikka vai riittääkö, että työasemalta yksi henkilö saa videoneuvotteluyhteyden tai jotain tältä väliltä. Tilan suhteen voitiin todeta, että jokaisessa videoneuvottelutilassa tulee huolehtia riittävästä valaistuksesta. Useissa järjestelmissä tulee joko vakiona tai lisävarusteena huonetilaan taustavalaistus, joka sijoitetaan näytön reunojen ympärille tai taakse. On tärkeää myös huolehtia, että valaistus on riittävä ja tasainen. Häiritseviä varjoja ja heijastuksia ei saa näkyä kuvassa. Tilan kaikkien valonlähteiden väriämpötila tulisi olla sama, jotta värit toistuvat luonnollisena. Värien tulee olla tasaisia ja himmeitä.

Kaistankäytön suhteen tai sen tarpeeseen vaikuttaa paljon se, halutaanko 1080p tarkkuuden videoneuvottelu usealla näytöllä, jolloin myös tarvitaan useampi kamera vai riittääkö 720p tarkkuus yhdellä kameralla. Nykypäivän standardit ja menetelmät ovat kuitenkin kehittyneet niin hyvin, että 1080p tarkkuuden HD-videoneuvottelu pystytään järjestämään takaamalla kuitenkin palvelun laatu.

Turvallisuuden puolesta ei kaikkien ratkaisujen osalta pystytty varmuudella sanomaan salasivatko ne myös videokuvan ja äänen vai pelkästään kontrolli- ja kirjautumistiedot.

Hinnan puolesta tässä työssä läpi käydyt ratkaisut ovat joko kalliita tai keskihintaisia. Cisco TelePresence 3200 hinta oli 340 000 \$. Kun pienempi Cisco TelePresence 500 maksaa 33900 \$. HP Visual Collaboration-sarjan laitteiden hinnat liikkuvat 2599 dollarin ja 9499 dollarin välillä. HP Visual Collaboration Studio hinta on suunnilleen 347 000 dollaria, joka sisältää 3 kpl 65"-näyttöä, yhden 50"-näytön, huoneen valaistuksen, taustaseinän ja 12 hengen mahonkisen pöydän.. Polycom HDX 9000 -laitteiston hinta on 4999 dollaria, joka on varsin kohtuullinen hinta huonekokoisesta videoneuvottelujärjestelmästä. Polycom RPX HD 400 -sarjan hinta on suunnilleen 75 000 \$. Pienen ja keskisuuren yrityksen kohdalla kuitenkin kyse on merkittävästä investoinnista, jolla on tarve ja odotukset. Kaikki tässä

läpi käydyt järjestelmät on kuitenkin muokattavissa ennen ostoa esimerkiksi näyttöjen määrän, kameroiden määrän, valaistuksen ja kiinnityksen osalta. Joissain tapauksissa videoneuvottelu järjestelmä pystytään näyttöjen osalta kokonaan kiinnittämään olemassa olevan tilan seinään. Tähän kun lisätään, että käytössä on ympärivuorokautinen puhelintuki, niin voidaan todeta, että mieleisen ja tarpeen mukaisen ratkaisun kyllä löytää.

Selvitettiin myös IPv6-tukea eri valmistajien videoneuvottelulaitteistoille. Voitiin todeta että Polycomin, HP:n, Tandbergin ja Ciscon videoneuvottelujärjestelmät tukevat IPv6-protokollaa.

VIITELUETTELO

- [1] DigiTV [verkkodokumentti]. 7.4.2009 [viitattu 15.9.2009]. Saatavissa: <http://www.digitv.fi/sivu.asp?path=1;10689>.
- [2] Wikipedia vapaa sanakirja [verkkodokumentti.] 20.8.2009 [viitattu: 15.9.2009]. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/H.264>.
- [3] Wikipedia vapaa sanakirja [verkkodokumentti] 28.12.2009 [viitattu: 4.1.2010]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_Encryption_Standard.
- [4] Video konferenssin guide [verkkodokumentti] 21.7.2006 [viitattu: 11.1.2010]. Saatavissa: <http://www.video-conferencing-guide.com/video-conferencing-equipment.htm>.
- [5] Wikipedia vapaa sanakirja [verkkodokumentti.] 25.12.2009 [viitattu: 11.1.2010]. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/ISDN>.
- [6] Cisco TelePresence 3210 [verkkodokumentti] [viitattu 27.4.2011]. Saatavissa: http://www.cisco.com/en/US/products/ps9573/prod_view_selector.html.
- [7] Cisco TelePresence 3210 [verkkodokumentti] [viitattu 8.3.2011]. Saatavissa: http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/ps7060/ps8329/ps8330/ps9573/ps10754/data_sheet_c78-579688.html.
- [8] Cisco TelePresence 1300 [verkkodokumentti] [viitattu 27.4.2011]. Saatavissa: http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/ps7060/ps8329/ps8330/ps10340/data_sheet_c78-526669.html.
- [9] Cisco TelePresence 1300 [verkkodokumentti] [viitattu 27.4.2011]. Saatavissa: http://www.cisco.com/en/US/products/ps10340/prod_view_selector.html.
- [10] Cisco TelePresence system 500 [verkkodokumentti] [viitattu 27.4.2011]. Saatavissa: <http://www.cisco.com/en/US/products/ps9599/index.html>.
- [11] Cisco TelePresence system 500 [verkkodokumentti] [viitattu 27.4.2011]. Saatavissa: http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/ps7060/ps8329/ps8330/ps9599/data_sheet_c78-468517.html.
- [12] HP Visual Collaboration [verkkodokumentti] [viitattu 28.4.2011]. Saatavissa: <http://www8.hp.com/us/en/business-solutions/visual-collaboration/index.html#top>.
- [13] Wikipedia vapaa sanakirja [verkkodokumentti.] 24.9.2011 [viitattu: 4.5.2011]. Saatavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/H.239>.
- [14] International Telecommunication Union ITU-T [verkkodokumentti] 4.5.2011 [viitattu: 4.5.2011]. Saatavissa: <http://www.itu.int/en/ITU-T/publications/Pages/recs.aspx>.

- [15] Wikipedia vapaa sanakirja [verkkodokumentti.] 30.4.2011 [viitattu: 4.5.2011]. Saatavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/H.323>.
- [16] Wikipedia vapaa sanakirja [verkkodokumentti.] 22.4.2011 [viitattu: 4.5.2011]. Saatavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/G.711>.
- [17] Wikipedia vapaa sanakirja [verkkodokumentti.] 10.12.2011 [viitattu: 4.5.2011]. Saatavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/G.722>.
- [18] Wikipedia vapaa sanakirja [verkkodokumentti.] 31.3.2011 [viitattu: 4.5.2011]. Saatavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/AAC-LD>.
- [19] Wikipedia vapaa sanakirja [verkkodokumentti.] 2.4.2011 [viitattu: 4.5.2011]. Saatavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/Speex>.
- [20] Wikipedia vapaa sanakirja [verkkodokumentti.] 29.4.2011 [viitattu: 4.5.2011]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/HTTP_Secure.
- [21] Wikipedia vapaa sanakirja [verkkodokumentti.] 27.4.2011 [viitattu: 4.5.2011]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/Transport_Layer_Security.
- [22] Wikipedia vapaa sanakirja [verkkodokumentti.] 5.4.2011 [viitattu: 4.5.2011]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/Secure_Shell.
- [23] Wikipedia vapaa sanakirja [verkkodokumentti.] 3.5.2011 [viitattu: 4.5.2011]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_Encryption_Standard.
- [24] Wikipedia vapaa sanakirja [verkkodokumentti.] 2.5.2011 [viitattu: 4.5.2011]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/Session_Initiation_Protocol.
- [25] Wikipedia vapaa sanakirja [verkkodokumentti.] 12.4.2011 [viitattu: 4.5.2011]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/Real-time_Transport_Protocol.
- [26] Wikipedia vapaa sanakirja [verkkodokumentti.] 30.4.2011 [viitattu: 5.5.2011]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/IP_address.
- [27] Wikipedia vapaa sanakirja [verkkodokumentti.] 3.5.2011 [viitattu: 5.5.2011]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic_Host_Configuration_Protocol.
- [28] Simpson, Wes, Video over IP A Practical Guide to Technology and Applications. USA: Focal Press. 2006.
- [29] Sadka, Abdul H, Compressed Video Communications. Englanti: Wiley. 2002.
- [30] Ahson, Syed A – Ilyas, Mohammad, VoIP Handbook. USA: CRC Press. 2009.
- [31] TelePresence Options [verkkodokumentti.] 10.5.2011 [viitattu: 10.5.2011]. Saatavissa: <http://www.telepresenceoptions.com/cisco/companyprofile/>.
- [32] Cisco TelePresence Multipoint Switch [verkkodokumentti.] 10.5.2011 [viitattu: 10.5.2011]. Saatavissa: http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/ps7060/ps8329/ps8331/ps7315/product_data_sheet0900aecd805faa74.html.

- [33] MCU 4200 [verkkodokumentti.] 10.5.2011 [viitattu: 10.5.2011]. Saatavissa: <http://www.tandberg.com/video-conferencing-multipoint-control/ip-multimedia-bridge-mcu4200.jsp>.
- [34] MCU 4500 [verkkodokumentti.] 11.5.2011 [viitattu: 11.5.2011]. Saatavissa: <http://www.tandberg.com/video-conferencing-multipoint-control/tandberg-codian-mcu4500.jsp>.
- [35] MSE 8000 [verkkodokumentti.] 11.5.2011 [viitattu: 11.5.2011]. Saatavissa: <http://www.tandberg.com/video-conferencing-multipoint-control/hd-video-conferencing-mse8000.jsp>.
- [36] Norvanto, Tuomo, Videoneuvottelu opetuksessa. Turku: Pallosalama Oy. 1998.
- [37] Cisco Press Release [verkkodokumentti.] 11.5.2011 [viitattu: 11.5.2011]. Saatavissa: http://newsroom.cisco.com/dlls/2008/prod_051208b.html.
- [38] Polycom RPX [verkkodokumentti.] 16.5.2011 [viitattu: 16.5.2011]. Saatavissa: http://www.polycom.co.uk/products/telepresence_video/telepresence_solutions/immersive_telepresence/rpx.html.
- [39] Polycom HDX 9000 [verkkodokumentti.] 16.5.2011 [viitattu: 16.5.2011]. Saatavissa: http://www.polycom.co.uk/products/telepresence_video/telepresence_solutions/room_telepresence/hdx9000.html.
- [40] Videoneuvottelun tilat Release [verkkodokumentti.] 16.5.2011 [viitattu: 16.5.2011]. Saatavissa: <http://video.funet.fi/videoneuvotteluopas/tietoa-videoneuvottelusta/document.2009-02-25.9979834931>.
- [41] IMTC [verkkodokumentti.] 16.5.2011 [viitattu: 16.5.2011]. Saatavissa: <http://www.imtc.org/tip/>.
- [42] IP Ports and Protocols used by H.323 Devices [verkkodokumentti.] 23.5.2011 [viitattu: 23.5.2011]. Saatavissa: <http://c21video.com/firewall.html>

LIITTEET

Liite 1: Cisco TelePresence 3210 - tekniset tiedot

Ominaisuus	Selitys
Istumatilaa jopa 18 osallistujalle.	Isot ryhmät voivat tehokkaasti ja turvallisesti käydä videoneuvotteluja.
Erinomainen kuva ja ääni.	Tarkka kuva välittää kasvojen ilmeet selkeästi ja äänimaailma, joka on kirkas sekä selkeä saa neuvottelun tuntumaan kuin kaikki, olisi samassa huoneessa.
Virta- ja ethernetliitännät kaikille..	Kaikille neuvotteluun osallistuvilla on mahdollisuus virta- ja ethernetliitännöille koko neuvottelun ajan.
Liitännät kolmeen lisänäyttöön.	Voit näyttää dataa ja kuvaa useista kohdista huonetta neuvottelun aikana.
Voidaan tehdä jo valmiiseen neuvotteluhuoneeseen.	Valmiiseen huoneeseen tai saliin on tarjolla toinen rivi pöytiä joka mahdollistaa 14 tai 18 osallistujaa videoneuvotteluihin.
Yhteentoimivuus muihin.	Cisco TelePresence järjestelmä toimii muiden standardoitujen H.323-videoneuvottelujärjestelmien kanssa sekä muiden HD-päätteiden kanssa.
Äänen koodekkituki.	G.711 ja AAC-LD äänenpakkauskoodekit ovat

	tuettuina.
Automaattinen liitettävyyys.	Samassa huoneessa olevilla mahdollisuus nähdä ja jakaa suoraan tietoa esimerkiksi kannettevalta tietokoneelta
Tapahtuman ohjaus.	Järjestelmää voidaan ohjata selaimella suoraan ja säädellä eri asioiden esitettävyyttä helposti.
Ciscon tuki.	Järjestelmään voidaan liittää Ciscon yhteyskeskuksen tuki näytölle asiakaspalvelua varten.
Lisää ulottuvuutta.	Optimoitu 720p Cisco TelePresence tila toimii niinkin kapealla laajakaista yhteydellä kuin 1,5-Mpbs (T1/E1). Järjestelmä osaa pitää viiveen ja pakettihäviön pienenä tarjoten laajakaistaa myös muuhun käyttöön.
Tallentamis studio.	Cisco TelePresence Recordingstudio-järjestelmällä voidaan tallentaa HD tasoista videokuvaa myöhempää katsomista varten.
Optiot ja nappulat.	IP osoitteen asetukset voidaan asettaa web-käyttöliittymän kautta. Järjestelmän soittonappuloilla voidaan ottaa yhteys manuaalisesti tai osoitekirjamaisesti.
Gigabitin ethernet kytkin.	Sisään rakennettu 10/100/1000 ethernet kytkin tarjoaa RJ45-portin kautta liitettäväksi LAN-yhteydellä

	itse TelePresence-järjestelmän, Cisco IP-puhelin 7975G ja tietokoneen. Järjestelmän valvoja voi luoda VLAN (802.1Q) yhteyden tietokoneelle ja IP-puhelimelle saaden näin paremman tietoturvan ja luotettavuuden äänelle ja tiedolle
Useampia päätteitä neuvottelussa.	Cisco TelePresence Multipoint kytkin mahdollistaa yhtä aikaisen videoneuvottelun jopa 3-15 eri kohteen kanssa.
Äänet pois ja tauko.	Järjestelmässä on mute-mahdollisuus, jota painettaessa se sulkee kaikki mikrofonit ja ilmoittaa kuvassa mute merkillä. Myös pysäytä-jatka näppäin löytyy, jolla saadaan tarvittaessa kuva seis.
Verkon kaistan käyttö.	Järjestelmä tukee 720p ja 1080p resoluutiot kolmella eri laatutasolla takaavat optimaalisen verkkokäytön. Cisco TelePresence-järjestelmä pystyy toimimaan 2-5 Mbps nopeudella pystyen ylläpitämään viiveen ja pakettihäviön pienenä taaten maksimaalisen videoneuvotteluelämyksen.
IP puhelimen virta.	Cisco IP-puhelin 7975G saa tarvitsemansa virran LAN väylästä Cisco IEEE 803.3af PoE kytkimeltä.
Signalointi protokolla-tuki.	Cisco TelePresence tukee SIP-protokollaa.

Valaistus.	Järjestelmä sisältää valaistuksen asettelun, joka mahdollistaa luonnollisen valon ilman häiritseviä varjoja tai yli kirkautta.
Ohjelmiston yhteensopivuus.	Cisco TelePresence-järjestelmän ohjelmisto 1.6 tai myöhempi.
Protokollat.	Cisco Discovery Protocol, SIP, IP, DHCP, SSH, 802.1p/q ja RTP.
Liitännät.	Ethernet (1 LAN, RJ-45 liitin 100/1000), sisäinen 4-porttinen Ethernet-kytkin ja HD-videoliitin.

Liite 2: Cisco TelePresence 1300 - tekniset tiedot

Ominaisuus	Selitys
Tietoliikenneyhteys	3 – 4 Mbps 1080p laadulle ja 1,5 – 3 720p laadun kuvalle.
Video standardi	H.264
Kuvanopeus	30 kuvaa sekunnissa käyttäen H.264 standardia.
Tiedon ja grafiikan kuva nopeus	1300-47 ja 1300-65 grafiikan jako 5 ruutua sekunnissa perus asetuksilla. 1300-47 grafiikan jako 30 ruutua sekunnissa ohjelmistopäivityksen jälkeen. 1300-65 optio grafiikan jako 30 ruutua sekunnissa käyttäen esitelmä koodekkia.
Natiivi televisiostandardi	720p ja 1080p
Livevideon resoluutio	1920x1080 natiivi
H.264-yhteentoimivuus	Toimii G.722 ja G.711 formaattien kanssa.
Audio-standardit	G.711, G.722 ja AAC-LD (22kHz)
Protokollat	Cisco Discovery Protocol, SIP, IP, DHCP, SSH, 802.1p/q ja RTP.
Liitännät	Ethernet (1 LAN, RJ-45 liitin 100/1000), sisäinen 4-porttinen Ethernet kytkin jossa kahdessa PoE.

Liite 3: HP Visual Collaboration Room - tekniset tiedot

Ominaisuus	Selitys
Video-standardit ja protokollat	H.264 SVC ja AVC
Ääni-standardit ja protokollat	SPEEX wideband 32KHz, G.711 ja G.722 käyttäen HP-yhdyskäytävää.
Max tiedonsiirto	Room 220: 4 Mbps Room 100: 2 Mbps
Tuetut videoresoluutiot	Room 220: 1080p @ 30fps ja 720p @ 60fps. Room 100: 720p @ 30fps.
Jaetun tiedon resoluutio ja yhteensopivuus	WXGA kun käytetään kannettavaa tietokonetta. Tällöin käytössä H.239-standardi tiedon jakamiseen.
Video sijoittelu	Joustavasti muokattavissa lennossa sisältäen muutamia eri vaihtoehtoja.
Soittoliittymä	Kaukosäädin tai soitto padi ip osoitteeseen, joko E.164 tai SIP URI.
Kameran ohjaus	Kääntäminen, kuvan pysäytys ja kauko-ohjaus.
Turvallisuus	AES 128 salaus.
Näyttö tuki	Jopa 2 näyttöä.
Kaistan tarve	Room 220: Vähintään 512kbps @

	<p>360p, 512kbps @540p ja 768kbps @ HD.</p> <p>Room 100: Vähintään 512 kbps @ 360p, 512 kbps @ 540p ja 1Mbps @ HD.</p>
Suosittelut kamerat	<p>Room 220: Sony HD 1080p.</p> <p>Room 100: Sony HD 720p.</p>
Suosittelut äänilaitteet.	Konftel 300, Yaha PJP20 USB.
Järjestelmä	Videoneuvottelulaitteet ja kaukosäädin.

Liite 4: Cisco TelePresence System 500 - tekniset tiedot

Ominaisuus	Selitys
Yhteensopivuus	Cisco Unified Communications Manager 7.1.5 tai uudempi. Cisco TelePresence Multipoint Switch 1.6 tai uudempi. Cisco TelePresence Manager 1.7 tai uudempi.
Ohjelmistollinen yhteensopivuus	Cisco TelePresence System Software Version 1.6 tai uudempi.
Käyttöliittymä	Cisco Unified IP Phone 7975G
Kamera	Resoluutio 1080p30, minimivalaistus 300 luxia.
Mitat	Minimi huoneen koko 2,4m*1,8m*2,4m. 37" näytöllä korkeus 1,7m ja leveys 0,97m. 32" näytöllä korkeus 1,32 m - 1,6 m ja leveys 0,95 m.
Paino	37" näytöllä varustettuna paino jalustan kanssa 104,3 kg ja ilman jalustaa 29,5 kg. 32" näytöllä varustettuna paino jalustan kanssa 51,3 kg.
Sähkö	37" näytöllä 1,5A@240V ja 32" näytöllä 0,8A@240V.
Laajakaista	3 – 4 Mbps kun resoluutio on 1080p ja 1,5 – 3 Mbps, kun resoluutio on 720p.

Video standardi	H.264.
Videon nopeus	30 kuvaa sekunissa.
Natiivi televisio standardi	720p ja 1080p
Suoran kuvan resoluutio	1920*1080 natiivi
H.264 yhteensopivuus	CIF ja G.711
Ääni standardi	G.711 ja AAC-LD 22 kHz.
Protokollat	Cisco Discovery Protocol, SIP, IP, DHCP, SSH, IEEE 802.1p/q ja RTP.
Liitännät	Ethernet (1 LAN, RJ-45 liitin 100/1000), sisäinen 4-porttinen Ethernet kytkin ja HD-videoliitin.

Liite 5: HP Visual Collaboration Executive Desktop - tekniset tiedot

Ominaisuus	Selitys
Video standardit ja protokollat	H.264 SVC ja AVC
Ääni standardit ja protokollat	SPEEX wideband 32 kHz, G.711 ja G.722 käyttäen HP-yhdyskäytävää.
Max tiedonsiirto	1 Mbps @ HD
Tuetut video resoluutiot	720p @ 30fps.
Näyttö	WXGA ja käytössä H.239-standardi tiedon jakamiseen.
Video sijoittelu	Joustavasti muokattavissa lennossa sisältäen muutamia eri vaihtoehtoja.
Turvallisuus	AES 128 salaus ja HTTPs
Suositteltu kamera	Logitech B910
Suosittelut äänileitteet	Logitech USB-H330-kuulokkeet sekä Clearine Chat 50-kaiuttimet.
Järjestelmä	Windows 7 Professional 64-bit-käyttöjärjestelmä, Intel Core i7-720QM quad-core prosessori, 6 GB DDR3 1066MHz SODIMM-muistia, 1 TB 7200 rpm SATA 3 Gb/s-koval levy, 1GB NVIDIA GeForce GT 230M-näytönohjain, WLAN, Bluetooth, 6/1 muistikortinlukija, USB-portteja 5 kpl, äänipiiri, HP-langaton-näppäimistö ja langaton-

	optinenhiiri.
Selaimen vaatimukset	Microsoft IE 6,7,8; Mozilla Firefox; Google Chrome.

Liite 6: Polycom Immersive Telepresence RPX - tekniset tiedot

Ominaisuus	Selitys
Tuetut kuvanlaadut	1080p @ 30 fps tai 720p @ 60 fps.
Näytön koko	RPX HD 400-sarja 4,88 m * 1,07 m kuvasuhteella 48:9.
Video standardit	H.264, H.239, H.261, H.263++, LPR, AES.
Ääni standardit	Siren 22, G.722.1 Annex C, G.722, G.722.1, G.711
Liitteiden ja tietojen jako	Kyllä H.239-standardilla VGA-kaapelin kautta.
Kaistan tarve	<p>RPX HD 400-sarja 1080p @ 30 fps minimi 15 Mbps ja suositus 30 Mbps. 720p @ 60 fps minimi 10Mbps ja suositus 20 Mbps.</p> <p>RPX HD 200-sarja 1080p @ 30 fps minimi 7,5 Mbps ja suositus 15Mbps. 720p @ 60 fps minimi 5Mbps ja suositus 10Mbps.</p>
Verkkoyhteyksien tarve	RPX HD 400-sarja 8 – 9 kpl ja RPX HD 200-sarja 6 – 7 kpl.
Valaistus	376 – 484 luxia.
Näyttöjen määrä	RPX HD 400-sarja 4 kpl ja RPX HD 200-sarja 2 kpl.
Istumapaikkoja	RPX HD 400-sarja 8 – 28 kpl. RPX

	HD 200-sarja 4 – 18 kpl.
Virran kulutus.	1456 – 6148 W.

Liite 7: Polycom HDX 9000 - tekniset tiedot

Ominaisuus	Selitys
Tuetut kuvanlaadut	1080p @ 30 fps, 720p @ 60fps, 720p @ 30 fps.
Video standardit	H.264, H263++, H.261, H.239.
Ääni standardit	G.711, G. 728, G.729A, G.722, G.722.1, Polycom Siren 14 @ 14kHz, Polycom Siren 22 @ 22kHz.
Turvallisuus	AES FIPS 197, H.235V3, H.233 / 234, IPv6 ja salasana turvattu tunnistautuminen.
Liitteiden ja tietojen jako	Kyllä H.239 Polycom People +Content.
Kaistan tarve	H.323 ja SIP @ 6 Mbps.
Näyttöjen määrä	1 kpl – 2 kpl.
Virran kulutus.	196 W.